TEKNIK PENCELUPAN DAN PENGECAPAN JILID 2

untuk SMK

Sunarto

JILID 2

Sunarto

Teknik Pencelupan dan Pencapan

untuk
Sekolah Menengah Kejuruan

Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan
Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah
Departemen Pendidikan Nasional

Hak Cipta pada Departemen Pendidikan Nasional
Dilindungi Undang-undang

TEKNOLOGI PENCELUPAN DAN PENCAPAN

JILID 2

Untuk SMK

Penulis : Sunarto

Perancang Kulit : TIM

Ukuran Buku : 17,6 x 25 cm

SUN t SUNARTO
Teknologi Pencelupan dan Pengecapan Jilid 2 untuk SMK /oleh Sunarto ---- Jakarta : Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional, 2008.
xxxvi, 149 hlm

ISBN : 978-979-060-118-5
ISBN : 978-979-060-120-8

Diterbitkan oleh
Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan
Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah
Departemen Pendidikan Nasional
Tahun 2008

KATA SAMBUTAN

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT, berkat rahmat dan karunia Nya, Pemerintah, dalam hal ini, Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah Departemen Pendidikan Nasional, telah melaksanakan kegiatan penulisan buku kejuruan sebagai bentuk dari kegiatan pembelian hak cipta buku teks pelajaran kejuruan bagi siswa SMK. Karena buku-buku pelajaran kejuruan sangat sulit di dapatkan di pasaran.

Buku teks pelajaran ini telah melalui proses penilaian oleh Badan Standar Nasional Pendidikan sebagai buku teks pelajaran untuk SMK dan telah dinyatakan memenuhi syarat kelayakan untuk digunakan dalam proses pembelajaran melalui Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 45 Tahun 2008 tanggal 15 Agustus 2008.

Kami menyampaikan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada seluruh penulis yang telah berkenan mengalihkan hak cipta karyanya kepada Departemen Pendidikan Nasional untuk digunakan secara luas oleh para pendidik dan peserta didik SMK.

Buku teks pelajaran yang telah dialihkan hak ciptanya kepada Departemen Pendidikan Nasional ini, dapat diunduh (*download*), digandakan, dicetak, dialihmediakan, atau difotokopi oleh masyarakat. Namun untuk penggandaan yang bersifat komersial harga penjualannya harus memenuhi ketentuan yang ditetapkan oleh Pemerintah. Dengan ditayangkan *soft copy* ini diharapkan akan lebih memudahkan bagi masyarakat khsusnya para pendidik dan peserta didik SMK di seluruh Indonesia maupun sekolah Indonesia yang berada d luar negeri untuk mengakses dan memanfaatkannya sebagai sumber belajar.

Kami berharap, semua pihak dapat mendukung kebijakan ini. Kepada para peserta didik kami ucapkan selamat belajar dan semoga dapat memanfaatkan buku ini sebaik-baiknya. Kami menyadari bahwa buku ini masih perlu ditingkatkan mutunya. Oleh karena itu, saran dan kritik sangat kami harapkan.

Jakarta, 17 Agustus 2008
Direktur Pembinaan SMK

KATA PENGANTAR

Puji syukur patut dipersembahkan kehadhirat Allah SWT oleh karena berkat rahmat dan bimbinganNyalah sehingga buku Teknologi Pencapan dan Pencelupan dapat disusun.

Buku Teknologi Pencapan dan Pencelupan disusun guna menunjang kegiatan belajar mengajar di Sekolah Menengah Kejuruan bidang keahlian tekstil baik sebagai buku pegangan siswa maupun guru untuk peningkatan kualitas hasil belajar sesuai tuntutan dunia usaha dan industri.

Isi buku ini meliputi persiapan proses pencelupan dan pencapan, proses persiapan pencelupan dan pencapan, pencelupan, pencapan pada bahan tekstil, dan pencapan pada bahan non tekstil dan proses pembatikan

Penyajiannya diusahakan sesuai dengan tuntutan isi dalam kurikulum edisi 2004 bidang keahlian tekstil dan standar kompetensi nasional bidang pencelupan dan pencapan.
Harapan penyususn mudah – mudahan buku ini dapat memenuhi harapan semua pihak. Kritik dan saran sangat penyusun harapkan untuk penyempurnaan buku ini

Penyusun.

DAFTAR ISI

JILID 2

JILID 3

BAB X PENCAPAN

SINOPSIS

Pencelupan adalah proses pemberian pada bahan tekstil baik serat, benang, dan kain dengan zat warna tertentu yang sesuai dengan jenis bahan yang dicelup dan hasilnya mempunyai sifat ketahanan luntur warna.

Pencapan adalalah proses pemberian warna pada kain secara tidak merata sesuai dengan motif yang telah ditentukan menggunakan zat warna sesuai dengan kain yang dicap dan hasilnya mempunyai sifat ketahanan luntur warna terhadap pencucian.

Baik proses pencelupan maupun pencelupan selalu didahului dengan proses persiapan yang sama meliputi pembakaran bulu, penghilangan kanji, pemasakan, pengelantangan, dan merserisasi. Zat warna untuk pencelupan dan pencapan penggunaannya sama, perbedaannya terletak pada sistem pemberiaan warna dan teknologi yang digunakan.

Teknologi pencelupan dan pencapan merupakan teknik dan cara – cara yang digunakan untuk meningkatkan produktifitas dan kualitas mutu hasil produksi pencelupan dan pencapan.

DESKRIPSI KONSEP PENULISAN

Judul buku Teknologi Pencelupan dan Pencapan disusun berdasarkan kurikulum Edisi 2004 dan mengacu pada standar kompetensi nasional bidang keahlian penceluan dan pencapan.

Buku ini berisi tentang ruang lingkup pencelupan dan pencapan meliputi : 1. Persiapan proses pencelupan dan pencapan yaitu proses proses yang dilakukan terhadap kain sebelum dilakukan proses basah baik untuk bahan kapas maupun bahan dari serat sintetik meliputi penumpukan kain,pemberian kode, penyambungan kain, relling,relaxing. 2. Proses persiapan pencelupan dan pencapan membahas tentang proses pembakaran bulu,penghilangan kani, pemasakan,pengelantangan,merserisasi, dan proses persiapan untuk kain sintetik meliputi pengurangan berat, dan termofixztion (heat seating), 3. Pencelupaan membahas tentang jenis kain yang dicelup, zat warna yang digunakan, teknologi yang diterapkan dalam proses pencelupan. 4. Pencapan membahas tentang persiapan pencapan, teknik pencapan, prosedur pencapan, persiapan gambar, pengental, pasta cap, proses pencapan dengan berbagai zat warna, pencapan pada bahan non tekstil, fiksasi , pencucian kain dan diakhiri dengan proses pembuatan batik.

Hasil penyusunan masih banyak teknologi pencelupan dan pencapan yang belum terakomodasi dalam penyusunan buku ini, karena cakupan teknologi di industri tersebut selalu perkembang dan sangat luas.

PETA KOMPETENSI

A. Kompetensi Dasar Kejuruan Pencapan dan Pencapan

Level Kompetensi	Kompetensi dasar	Sub Kompetensi
Operator yunior	1. Mengidentifikasi serat tekstil	1.1. Menyiapkan proses indentifikasi 1.2. Menyiapkan proses idetifikasi serat 1.3. Identifikasi serat berdasarkan bentuknya 1.4. Identifikasi jenis serat dengan uji bakar 1.5. Identifikasi jenis serat dengan uji pelarutan 1.6. Membuat laporan kerja
	2. Mengidentifikasi benang tekstil	2.1. Menyiapkan proses identifikasi benang 2.2. Identifikasi benang berdasarkan bentuk fisiknya 2.3. Menguji antihan (twist) benang 2.4. Membuat laporan kerja 2.5. Melaksanakan aturan keselamatan dan kesehatan kerja
	3. Mengidentifikasi zat warna direk, asam, dan basa pada bahanselulosa	3.1. Menyiapkan proses identifikasi zat warna 3.2. Melakukan proses identifikasi 3.3. Mengamati hasil identifikasi dan karakteristik lainnya 3.4. Membuat laporan hasil identifikasi 3.5. Melaksanakan aturan kesehatan dan keselamatan kerja
	4. Mengidentifikasi zat warna bejana, belerang, bejana belerang dan	4.1 Menyiapkan proses identifikasi zat warna 4.2 Melakukan proses identifikasi 4.3 Mengamati hasil identifikasi

	oksidasi pada bahan selulosa	dan karakteristik lainnya 4.4 Membuat laporan hasil identifikasi 4.5 Melaksanakan aturan kesehatan dan keselamatan
	5. Mengidentifikasi zat warna direk iring logam, direk iring formaldehid, naftol, azo yang tidak larut, zat warna yang diazotasi pada bahan selulosa	5.1 Menyiapkan proses identifikasi zat warna 5.2 Melakukan proses identifikasi 5.3 Mengamati hasil identifikasi dan karakteristik lainnya 5.4 Membuat laporan hasil identifikasi 5.5 Melaksanakan aturan kesehatan dan keselamatan kerja
	6. Mengidentifikasikan zat warna pigmen dan reaktif pada bahan selulosa	6.1 Menyiapkan proses identifikasi zat warna 6.2 Melakukan proses identifikasi 6.3 Mengamati hasil identifikasi dan karakteristik lainnya 6.4 Membuat laporan hasil identifikasi 6.5 Melaksanakan aturan kesehatan dan keselamatan kerja
	7. Mengidentifikasikan zat warna direk, asam, basa, komplek logam dan zat warna chrom pada bahan poliamida	7.1 Menyiapkan proses identifikasi zat warna 7.2 Melakukan proses identifikasi 7.3 Mengamati hasil identifikasi dan karakteristik lainnya 7.4 Membuat laporan hasil identifikasi 7.5 Melaksanakan aturan kesehatan dan keselamatan kerja
	8. Mengidentifikasikan zat warna bejana, dispersi, komplek logam, dispersi reaktif dan naftol pada bahan poliamida	8.1 Menyiapkan proses identifikasi zat warna 8.2 Melakukan proses identifikasi 8.3 Mengamati hasil identifikasi dan karakteristik lainnya 8.4 Membuat laporan hasil identifikasi

		8.5 Melaksanakan aturan kesehatan dan keselamatan kerja
	9. Mengidentifikasikan zatwarna dispersi, kation, bejana, pigmen dan zat warna yang dibangkitkan	9.1 Menyiapkan proses identifikasi zat warna 9.2 Melakukan proses identifikasi 9.3 Mengamati hasil identifikasi dan karakteristik lainnya 9.4 Membuat laporan hasil identifikasi 9.5 Melaksanakan aturan kesehatan dan keselamatan kerja
	10. Mengidentifikasi-kan zat warna direk, asam, basa, bejana, naftol, reaktif, komplek logam, komplek lagam terdispersi dan mordam chrom	10.1 Menyiapkan proses identifikasi zat warna 10.2 Melakukan proses identifikasi 10.3 Mengamati hasil identifikasi dan karakteristik lainnya 10.4 Membuat laporan hasil identifikasi 10.5 Melaksanakan aturan kesehatan dan keselamatan kerja
	11. Mengidentifikasi-kan zat warna bubuk	11.1 Menyiapkan proses identifikasi zat warna 11.2 Melakukan proses identifikasi 11.3 Mengamati hasil identifikasi dan karakteristik lainnya 11.4 Membuat laporan hasil identifikasi 11.5 Melaksanakan aturan kesehatan dan keselamatan kerja
	12. Mengidentifikasi-kan zat pembantu tekstil “Zat Aktif Permukaa “	12.1 Menyiapkan proses identifikasi zat aktif permukaan 12.2 Melakukan proses identifikasi 12.3 Mengamati hasil identifikasi dan karakteristik lainnya

		12.4 Membuat laporan hasil identifikasi 12.5 Melaksanakan aturan kesehatan dan keselamatan kerja

B. Kompetensi Kejuruan Pencelupan

Level Kompetensi	Kompetensi dasar	Sub Kompetensi
	1. Melakukan penghilangan kanji pada kai metoda Pad Batch menggunakan mesin Pad Rol	1.1. Menyiapkan operasi proses penghilangan kanji 1.2. Melakukan penghilangan kanji 1.3. Mengendalikan parameter proses 1.4. Melakukan perawatan ringan 1.5. Melaksanakan aturan keselamatan dan kesehatan kerja 1.6. Membuat laporan hasil kerja
	2. Melakukan pembakaran bulu pada kain menggunakan mesin bakar bulu konvensional	2.1. Menyiapkan operasi proses pembakaran bulu 2.2. Melakukan pembakaran bulu 2.3. Mengendalikan parameter proses 2.4. Melakukan perawatan ringan 2.5. Melaksanakan aturan keselamatan dan kesehatan kerja 2.6. Membuat laporan hasil kerja
	3. Melakukan pembakaran bulu pada kain metode simultan dengan penghilangan kanji menggunakan mesin bakar bulu	3.1. Menyiapkan operasi proses pembakaran bulu dan penghilangan kanji 3.2. Melakukan pembakaran bulu dan penghilangan kanji 3.3. Mengendalikan parameter proses 3.4. Melakukan perawatan

		ringan 3.5. Melaksanakan aturan keselamatan dan kesehatan kerja 3.6. Membuat laporan hasil kerja
	4. Melakukan pembakaran bulu pada kain menggunakan mesin bakar bulu konvensional	4.1. Menyiapkan operasi proses pembakaran bulu 4.2. Melakukan pembakaran bulu 4.3. Mengendalikan parameter proses 4.4. Melakukan perawatan ringan 4.5. Melaksanakan aturan keselamatan dan kesehatan kerja 4.6. Membuat laporan hasil kerja
	5. Melakukan pembakaran bulupada kain metode simultan dengan penghilangan kanji menggunakan mesin bakar bulu	5.1. Menyiapkan operasi proses pembakaran bulu dan penghilangan kanji 5.2. Melakukan pembakaran bulu dan penghilangan kanji 5.3. Mengendalikan parameter proses 5.4. Melakukan perawatan ringan 5.5. Melaksanakan aturan keselamatan dan kesehatan kerja 5.6. Membuat laporan hasil kerja
	6. Melakukan pemasakan benang atau kain menggunakan kier ketel	6.1. Menyiapkan operasi proses pemasakan 6.2. Melakukan pemasakan 6.3. Mengendalikan parameter proses 6.4. Melakukan perawatan ringan 6.5. Melaksanakan aturan keselamatan dan kesehatan kerja 6.6. Membuat laporan hasil

		kerja
	7. Melakukan pengelantangan kain metoda Pad Batch	7.1. Menyiapkan operasi proses pengelantangan 7.2. Melakukan pengelantangan 7.3. Mengendalikan parameter proses 7.4. Melakukan perawatan ringan 7.5. Melaksanakan aturan keselamatan dan kesehatan kerja 7.6. Membuat laporan hasil kerja
	8. Melakukan proses pengelantangan metoda kontinyu	8.1. Menyiapkan operasi proses pengelantangan 8.2. Melakukan pengelantangan 8.3. Mengendalikan parameter proses 8.4. Melakukan perawatan ringan 8.5. Melaksanakan aturan keselamatan dan kesehatan kerja 8.6. Membuat laporan hasil kerja
	9. Melakukan pemantapan panas (Heat Set) pada kain menggunakan mesin stenter	9.1. Menyiapkan operasi proses pemantapan panas 9.2. Melakukan pemantapan panas 9.3. Mengendalikan parameter proses 9.4. Melakukan perawatan ringan 9.5. Melaksanakan aturan keselamatan dan kesehatan kerja 9.6. Membuat laporan hasil kerja
	10. Melakukan pemerseran pada kain menggunakan	10.1. Menyiapkan operasi proses pemerseran kain 10.2. Melakukan pemerseran kain

	mesin Chain Merserizing	10.3. Mengendalikan parameter proses 10.4. Melakukan perawatan ringan 10.5. Melaksanakan aturan keselamatan dan kesehatan kerja 10.6. Membuat laporan hasil kerja
	11. Melakukan pemerseran padakain menggunakan mesin chainless merserizing	11.1. Menyiapkan operasi proses pemerseran kain 11.2. Melakukan pemerseran kain 11.3. Mengendalikan parameter proses 11.4. Melakukan perawatan ringan 11.5. Melaksanakan aturan keselamatan dan kesehatan kerja 11.6. Membuat laporan hasil kerja
	12. Melakukan proses Weigth Reduce metode diskontinyu (Batch) menggunakan mesin alkali tank	12.1. Menyiapkan operasi proses weight reduce 12.2. Melakukan weight reduce 12.3. Mengendalikan parameter proses 12.4. Melakukan perawatan ringan 12.5. Melaksanakan aturan keselamatan dan kesehatan kerja 12.6. Membuat laporan hasil kerja
	13. Melakukan proses Weigth reduce kain metode kontinyu menggunakan mesin J – Box / L - box .	13.1. Menyiapkan operasi proses weight reduce 13.2. Melakukan weight reduce 13.3. Mengendalikan parameter proses 13.4. Melakukan perawatan ringan 13.5. Melaksanakan aturan keselamatan dan kesehatan kerja

		13.6. Membuat laporan hasil kerja
	14. Melakukan pencelupan benang secara manual menggunakan bak celup	14.1. Menyiapkan operasi proses pencelupan 14.2. Melakukan pencelupan 14.3. Mengendalikan parameter proses 14.4. Melakukan perawatan ringan 14.5. Melaksanakan aturan keselamatan dan kesehatan kerja 14.6. Membuat laporan hasil kerja
	15. Melakukan pencelupan benang hank menggunakan mesin Celup Hank	15.1. Menyiapkan operasi proses pencelupan 15.2. Melakukan pencelupan 15.3. Mengendalikan parameter proses 15.4. Melakukan perawatan ringan 15.5. Melaksanakan aturan keselamatan dan kesehatan kerja 15.6. Membuat laporan hasil kerja
	16. Melakukan pencelupan benang dengan zat warna indigo metoda kontinyu menggunakan mesin Rope Dyeing	16.1. Menyiapkan operasi proses pencelupan 16.2. Melakukan pencelupan 16.3. Mengendalikan parameter proses 16.4. Melakukan perawatan ringan 16.5. Melaksanakan aturan keselamatan dan kesehatan kerja 16.6. Membuat laporan hasil kerja
	17. Melakukan pencelupan benang dengan zat warna indigo metoda	17.1. Menyiapkan operasi proses pencelupan 17.2. Melakukan pencelupan 17.3. Mengendalikan parameter proses 17.4. Melakukan perawatan

	kontinyu menggunakan mesin Loptex	ringan 17.5. Melaksanakan aturan keselamatan dan kesehatan kerja 17.6. Membuat laporan hasil kerja
	18. Melakukan pencelupan kain metoda HT/HP menggunakan mesin Beam	18.1. Menyiapkan operasi proses pencelupan 18.2. Melakukan pencelupan 18.3. Mengendalikan parameter proses 18.4. Melakukan perawatan ringan 18.5. Melaksanakan aturan keselamatan dan kesehatan kerja 18.6. Membuat laporan hasil kerja
	19. Melakukan pencelupan kain metoda HT/HP menggunakan mesin Celup Jet	18.1 Menyiapkan operasi proses pencelupan 18.2 Melakukan pencelupan 18.3 Mengendalikan parameter proses 18.4 Melakukan perawatan ringan 18.5 Melaksanakan aturan keselamatan dan kesehatan kerja 18.6 Membuat laporan hasil kerja
	20. Melakukan pencelupan kain metoda HT/HP menggunakan mesin Package	19.1 Menyiapkan operasi proses pencelupan 19.2 Melakukan pencelupan 19.3 Mengendalikan parameter proses 19.4 Melakukan perawatan ringan 19.5 Melaksanakan aturan keselamatan dan kesehatan kerja 19.6 Membuat laporan hasil kerja
	21. Melakukan pencelupan	20.1 Menyiapkan operasi proses pencelupan

	benang metoda HT/HP menggunakan mesin Cone Dyeing.	20.2 Melakukan pencelupan 20.3 Mengendalikan parameter proses 20.4 Melakukan perawatan ringan 20.5 Melaksanakan aturan keselamatan dan kesehatan kerja 20.6 Membuat laporan hasil kerja
	22. Melakukan pencelupan kain menggunakan mesin Jigger	21.1 Menyiapkan operasi proses pencelupan 21.2 Melakukan pencelupan 21.3 Mengendalikan parameter proses 21.4 Melakukan perawatan ringan 21.5 Melaksanakan aturan keselamatan dan kesehatan kerja 21.6 Membuat laporan hasil kerja
	23. Melakukan pencelupan kain menggunakan mesin Winch	22.1 Menyiapkan operasi proses pencelupan 22.2 Melakukan pencelupan 22.3 Mengendalikan parameter proses 22.4 Melakukan perawatan ringan 22.5 Melaksanakan aturan keselamatan dan kesehatan kerja 22.6 Membuat lapooran hasil kerja
	24. Mencuci kain menggunakan mesin washing range	24.1. Menyiapkan operasi proses pencucian 24.2. Melakukan pencucian 24.3. Mengendalikan parameter proses 24.4. Melakukan perawatan ringan 24.5. Melaksanakan aturan keselamatan dan kesehatan kerja

		24.6. Membuat laporan hasil kerja
	25. Melakukan impregnasi kain menggunakan mesin Pad Dryer	25.1. Menyiapkan operasi proses impregnasi 25.2. Melakukan impregnasi 25.3. Mengendalikan parameter proses 25.4. Melakukan perawatan ringan 25.5. Melaksanakan aturan keselamatan dan kesehatan kerja 25.6. Membuat laporan hasil kerja
	26. Melakukan fiksasi pencelupan kain metoda alkali shock menggunakan mesin Alkali Shock	26.1. Menyiapkan operasi proses fiksasi alkali shock 26.2. Melakukan fiksasi alkali shock 26.3. Mengendalikan parameter proses 26.4. Melakukan perawatan ringan 26.5. Melaksanakan aturan keselamatan dan kesehatan kerja 26.6. Membuat laporan hasil kerja
	27. Melakukan fiksasi pencelupan kain metoda steaming menggunakan mesin Pad Steamer	27.1. Menyiapkan operasi proses fiksasi steam 27.2. Melakukan fiksasi steam 27.3. Mengendalikan parameter proses 27.4. Melakukan perawatan ringan 27.5. Melaksanakan aturan keselamatan dan kesehatan kerja 27.6. Membuat laporan hasil kerja
	28. Melakukan fiksasi pencelupan kain metoda	28.1. Menyiapkan operasi proses fiksasi batching 28.2. Melakukan fiksasi batching

	batching menggunakan mesin Pad Roll	28.3. Mengendalikan parameter proses 28.4. Melakukan perawatan ringan 28.5. Melaksanakan aturan keselamatan dan kesehatan kerja 28.6. Membuat laporan hasil kerja
	29. Melakukan fiksasi pencelupan kain metoda baking menggunakan mesin Pad Bake	29.1. Menyiapkan operasi proses fiksasi baking 29.2. Melakukan fiksasi baking 29.3. Mengendalikan parameter proses 29.4. Melakukan perawatan ringan 29.5. Melaksanakan aturan keselamatan dan kesehatan kerja 29.6. Membuat laporan hasil kerja
	30. Melakukan fiksasi metoda thermofiksasi menggunakan mesin thermofiksasi (Baking atau Thermosol atau Curing)	30.1. Menyiapkan operasi proses fiksasi thermofiksasi 30.2. Melakukan fiksasi thermofiksasi 30.3. Mengendalikan parameter proses 30.4. Melakukan perawatan ringan 30.5. Melaksanakan aturan keselamatan dan kesehatan kerja 30.6. Membuat laporan hasil kerja
	31. Melakukan fiksasi dengan metoda steaming menggunakan mesin steamer alkali shock	31.1. Menyiapkan operasi proses fiksasi steaming 31.2. Melakukan fiksasi alkali steaming 31.3. Mengendalikan parameter proses 31.4. Melakukan perawatan ringan 31.5. Melaksanakan aturan keselamatan dan

		kesehatan kerja 31.6. Membuat laporan hasil kerja

C. Kompetensi Kejuruan Pencapan

Level Kompetensi	Kompetensi dasar	Sub Kompetensi
Operator	1. Melakukan penimbangan zat warna dan zat pembantu	1.1 Menyiapkan proses penimbangan 1.2 Melakukan penimbangan 1.3 Mengendalikan parameter proses 1.4 Melakukan perawatan ringan 1.5 Membuat laporan hasil identifikasi 1.6 Melaksanakan aturan kesehatan dan keselamatan kerja
	2. Pembuatan mask film menggunakan mesin afdruk	2.1. Menyiapkan operasi proses pembuatan mask film 2.2. Melakukan proses pembuatan mask film 2.3. Mengendalikan parameter proses pembuatan mask film 2.4. Melakukan perawatan ringan 2.5. Melaksanakan aturan kesehatan dan keselamatan kerja 2.6. Membuat laporan hasil kerja
	3. Melakukan penyiapan rotary screen Menyiapkan operasi proses penyiapan rotary screen	3.1 Melakukan penyiapan rotary screen 3.2 Mengendalikan parameter proses 3.3 Melakukan perawatan ringan 3.4 Melaksanakan aturan kesehatan dan keselamatan kerja 3.5 Membuat laporan hasil kerja
	4. Melakukan pembuatan flat screen secara manual	4.1 Menyiapkan operasi proses pembuatan flat screen 4.2 Melakukan pembuatan flat screen 4.3 Mengendalikan parameter

		proses 4.4 Melakukan perawatan ringan 4.5 Melaksanakan aturan kesehatan dan keselamatan kerja 4.6 Membuat laporan hasil kerja
	5. Melakukan pembuatan flat screen menggunakan mesin stretching	5.1 Menyiapkan operasi proses pembuatan flat screen 5.2 Melakukan pembuatan flat screen 5.3 Mengendalikan parameter proses 5.4 Melakukan perawatan ringan 5.5 Melaksanakan aturan kesehatan dan keselamatan kerja 5.6 Membuat laporan hasil kerja
	6. Melakukan Coating pada flat screen secara manual	6.1 Menyiapkan operasi proses coating 6.2 Melakukan coatingm 6.3 Mengendalikan parameter 6.4 Melakukan perawatan ringan 6.5 Melaksanakan aturan kesehatan dan keselamatan kerja 6.6 Membuat laporan hasil kerja
	7. Melakukan coating pada rotary screen menggunakan mesin coating	7.1 Menyiapkan operasi proses coating 7.2 Melakukan coating 7.3 Mengendalikan parameter proses 7.4 Melakukan perawatan ringan 7.5 Melaksanakan aturan kesehatan dan keselamatan kerja 7.6 Membuat laporan hasil kerja
	8. Melakukan pemindahan gambar pada flat screen secara manual	8.1 Menyiapkan operasi proses pemindahan gambar pada flat screen 8.2 Melakukan pemindahan gambar pada flat screen 8.3 Mengendalikan parameter proses

		8.4 Melakukan perawatan ringan 8.5 Melaksanakan aturan kesehatan dan keselamatan kerja 8.6 Membuat laporan hasil kerja
	9. Melakukan pemindahan gambar pada flat screen menggunakan alat exsposure	9.1 Menyiapkan operasi proses pemindahan gambar pada flat screen 9.2 Melakukan pemindahan gambar pada flat screen 9.3 Mengendalikan parameter proses 9.4 Melakukan perawatan ringan 9.5 Melaksanakan aturan kesehatan dan keselamatan kerja 9.6 Membuat laporan hasil kerja
	10. Melakukan pemindahan gambar pada rotary screen	10.1 Menyiapkan operasi proses pemindahan gambar pada rotary screen 10.2 Melakukan pemindahan gambar pada rotary screen 10.3 Mengendalikan parameter proses 10.4 Melakukan perawatan ringan 10.5 Melaksanakan aturan kesehatan dan keselamatan kerja 10.6 Membuat laporan hasil kerja
	11. Melakukan pemindahan gambar pada rotary screen Cam Wax Jet	11.1 Menyiapkan operasi proses pemindahan gambar pada rotary screen menggunakan CAM 11.2 Melakukan pemindahan gambar pada rotary screen 11.3 Mengendalikan parameter proses 11.4 Melakukan perawatan ringan 11.5 Melaksanakan aturan kesehatan dan keselamatan kerja 11.6 Membuat laporan hasil kerja

	12. Melakukan retusir dan hardening	12.1 Menyiapkan operasi proses retusir dan hardening 12.2 Melakukan proses retusir dan hardening 12.3 Mengendalikan parameter proses 12.4 Melakukan perawatan ringan 12.5 Melaksanakan aturan kesehatan dan keselamatan kerja 12.6 Membuat laporan hasil kerja
	13. Melakukan pembuatan pengental	13.1. Menyiapkan operasi pembuatan pengental 13.2. Melakukan pembuatan pengental 13.3. Mengendalikan parameter proses 13.4. Melakukan perawatan ringan 13.5. Melaksanakan aturan kesehatan dan keselamatan kerja 13.6. Membuat laporan hasil kerja
	14. Melakukan pembuatan pasta cap	14.1. Menyiapkan operasi proses pembuatan pasta cap 14.2. Melakukan pasta cap 14.3. Mengendalikan parameter proses 14.4. Melakukan perawatan ringan 14.5. Melaksanakan aturan kesehatan dan keselamatan kerja 14.6. Membuat laporan hasilkerja
	15. Melakukan pencapan sablon	15.1. Menyiapkan operasi proses pencapan sablon 15.2. Melakukan operasi penyablonan 15.3. Mengendalikan parameter proses 15.4. Melakukan perawatan ringan 15.5. Melaksanakan aturan

		kesehatan dan keselamatan kerja 15.6. Membuat laporan hasilkerja
	16. Melakukan fiksasi hasil printing metoda air hanging	16.1. Menyiapkan operasi proses fiksasi metoda air hanging 16.2. Melakukan fiksasi air hanging 16.3. Mengendalikan parameter proses 16.4. Melakukan perawatan ringan 16.5. Melaksanakan aturan kesehatan dan keselamatan kerja 16.6. Membuat laporan hasilkerja
	17. Melakukan fiksasi hasil printing metoda steaming menggunakan mesin flash ageing	17.1. Menyiapkan operasi proses steaming 17.2. Melakukan steaming 17.3. Mengendalikan parameter proses 17.4. Melakukan perawatan ringan 17.5. Melaksanakan aturan kesehatan dan keselamatan kerja 17.6. Membuat laporan hasilkerja
	18. Melakukan fiksasi hasil printing metoda thermofiksasi menggunakan mesin Thermofiksasi (baking, thermosol, curing)	18.1. Menyiapkan operasi proses thermofiksasi 18.2. Melakukan thermofiksasi 18.3. Mengendalikan parameter proses 18.4. Melakukan perawatan ringan 18.5. Melaksanakan aturan kesehatan dan keselamatan kerja 18.6. Membuat laporan hasilkerja
	19. Melakukan fiksasi hasil printing metoda pad batch menggunakan	19.1. Menyiapkan operasi proses pad batch 19.2. Melakukan pading, rolling dan batching

	mesin pad rol	19.3. Mengendalikan parameter proses 19.4. Melakukan perawatan ringan 19.5. Melaksanakan aturan kesehatan dan keselamatan kerja 19.6. Membuat laporan hasilkerja
	20. Melakukan fiksasi hasil printing metoda steaming	20.1. Menyiapkan operasi proses steaming 20.2. Melakukan steaming 20.3. Mengendalikan parameter proses 20.4. Melakukan perawatan ringan 20.5. Melaksanakan aturan kesehatan dan keselamatan kerja 20.6. Membuat laporan hasilkerja
	21. Melakukan fiksasi hasil printing metoda HT steaming	21.1. Menyiapkan operasi proses steaming 21.2. Melakukan steaming 21.3. Mengendalikan parameter proses 21.4. Melakukan perawatan ringan 21.5. Melaksanakan aturan kesehatan dan keselamatan kerja 21.6. Membuat laporan hasilkerja
	22. Melakukan fiksasi hasil printing metoda pressure steaming	22.1. Menyiapkan operasi proses steming 22.2. Melakukan steaming 22.3. Mengendalikan parameter proses 22.4. Melakukan perawatan ringan 22.5. Melaksanakan aturan kesehatan dan keselamatan kerja 22.6. Membuat laporan hasil kerja

	23. Melakukan fiksasi hasil printing metode wet development	23.1. Menyiapkan operasi proses fiksasi metode wet development 23.2. Melakukan imersing (wet development) 23.3. Mengendalikan parameter proses 23.4. Melakukan perawatan ringan 23.5. Melaksanakan aturan kesehatan dan keselamatan kerja 23.6. Membuat laporan hasilkerja
	24. Mencuci kain menggunakan mesin washing range	24.1. Menyiapkan operasi proses pencucian 24.2. Melakukan pencucian 24.3. Mengendalikan parameter proses 24.4. Melakukan perawatan ringan 24.5. Melaksanakan aturan kesehatan dan keselamatan kerja 24.6. Membuat laporan hasilkerja

TEKNOLOGI PENCELUPAN DAN PENCAPAN

BAB VIII MERSERISASI

Serat kapas akan menggembung secara lateral dan mengkeret ke arah panjangnya bila direndam dalam larutan soda kostik pekat. Perubahan dimensi ini diikuti oleh perubahan-perubahan penting pada sifat-sifat benang maupun kain yang terbuat dari serat tersebut, seperti meningkatnya :

- Kekuatan tarik,
- Higroskopisitas *(moisture regan)*
- Daya serap terhadap zat warna dan
- Reaktifitasnya terhadap pereaksi-pereaksi kimia.

Pemberian tegangan pada benang atau kain selama proses menimbulkan efek kilau yang bersifat tetap, sedangkan pengerjaan tanpa tegangan memberikan pertambahan mulur yang besar yang sesuai untuk produk-produk *stretch.*

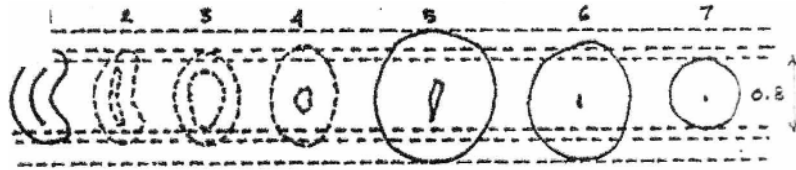
Proses ini disebut merserisasi dan ditemukan pertama kali oleh John Mercer pada tahun 1844 (patennya baru terdaftar kemudian pada tahun 1850) di tengah penelitiannya mengenai kemungkinan pemisahan berbagai macam hidrat dengan cara penyaringan fraksional perlahan. Pada saat itu Mercer mengamati adanya perubahan-perubahan seperti tersebut di atas, kecuali kilau, pada kain kapas yang digunakannya untuk menyaring larutan natrium hidroksida. Mercer juga mendapati adanya penurunan konsentrasi larutan di akhir proses yang disebabkan oleh absorpsi preferensial alkali oleh selulosa.

Efek kilau baru ditemukan sekitar lima puluh tahun kemudian (1889) oleh Horace Lowe secara tidak sengaja ketika mencoba mencegah mengkeret benang yang dimerser dengan cara memberikan tegangan selama proses.

Gambar 7 - 1 memperlihatkan perubahan penampang lintang serat kapas selama merserisasi yang berlangsung secara bertahap mulai dari bentuknya yang pipih hingga mencapai penggembungan maksimum pada tahap 5, tahap 6 dan 7 masing-masing memperlihatkan kontraksi yang terjadi pada saat pencucian dan pengeringan.

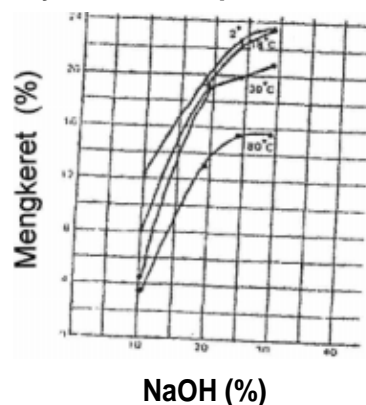
Pengamatan dengan mikroskop memperlihatkan bahwa penggembungan belum terjadi pada konsentrasi soda kostik 7%. Pada saat itu serat hanya mengalamai pembebasan puntiran dan perubahan penampang lintang menjadi lonjong sesuai dengan tahap 1-3 pada gambar 7 - 1.

Pada konsentrasi di atas 7% mulai terjadi penggembungan ke arah dalam dan mencapai maksimum pada konsentrasi sedikit di atas 11% di mana lumen nampak hanya sebagai celah sempit (tahap 4). Pada konsentrasi yang lebih tinggi mulai terjadi penggembungan ke arah luar dan mencapai maksimumnya pada konsentrasi 13,5%. Sebagian literatur menyebutkan penggembungan

maksimum pada konsentrasi 18%. Perbedaan tersebut bisa saja terjadi karena perbedaan serat kapas dan metoda yang digunakan selama penelitian.

Gambar 8-1 Perubahan Penampang Lintang Serat Kapas pada Merserisasi

Satu hal patut mendapat perhatian sehubungan dengan penggembungan maksimum adalah bahwa proses merserisasi tidak dilakukan pada konsentrasi tersebut melainkan pada konsentrasi yang lebih tinggi, yaitu sekitar 25 - 30% untuk menghindari perbedaan derajat merserisasi akibat perubahan konsentrasi yang mungkin terjadi selama proses.

Perubahan tersebut dapat terjadi karena pengenceran larutan oleh air yang terbawa pada bahan yang dikerjakan dalam keadaan basah dan absopsi preferensial alkali oleh selulosa. Pada konsentrasi soda kostik di bawah 19% perubahan tersebut bisa sangat signifikat seperti dapat dilihat pada gambar 7-2, dimana sedikit perubahan konsentrasi larutan dapat mengakibatkan perbedaan persen mengkeret yang mencolok pada benang hasil merserisasi.

Di sisi lain perubahan konsentrasi sebesar 5% pada konsentrasi yang lebih tinggi, yaitu dari 29% menjadi 24% ternyata hanya mengakibatkan perbedaan mengkeret kurang dari 1%. Ini cukup menjadi alasan mengapa proses merserisasi pada umumnya dilakukan pada selang konsentrasi 25 - 30%.

Gambar 8-2
Pengaruh Konsentrasi dan Suhu Larutan Soda Kostik Terhadap Mengkeret Benang

Penelitian menunjukkan bahwa penggunaan larutan pada suhu yang lebih rendah menghasilkan efek merserisasi yang lebih nyata seperti nampak dengan jelas pada gambar 7-2, dimana benang hasil merserisasi pada suhu 2°C memiliki persen mengkeret lebih besar daripada yang dihasilkan oleh suhu 18°C.

Menarik pula untuk diamati bahwa pada selang konsentrasi antara 25 - 30% hampir tidak ada perbedaan mengkeret yang cukup berarti antara keduanya, dan ini merupakan penegasan kembali atas penggunaan larutan natrium hidroksida 25 - 30% pada kebanyakan proses merserisasi komersial.

Literatur-literatur lama banyak menyarankan untuk bekerja pada suhu 15 - 20°C, namun saat ini nampaknya sudah tidak banyak lagi dilakukan dan orang llebih menyukai merserisasi panas (60 - 97°C) karena memberikan keuntungan seperti

- Tidak memerlukan instalasi pendingin,
- Penetrasi soda kostik yang lebih baik, dan karena itu
- Tidak memerlukan pembasah

Reaksi yang berlangsung selama proses merserisasi merupakan reaksi eksoterm (melepaskan panas) sehingga pengerjaan pada suhu rendah pada satu sisi memang memberikan hasil yang lebih baik, yaitu penggembungan yang lebih besar dan pada proses dengan tegangan akan menimbulkan kilau yang lebih tinggi. Kenaikan suhu larutan akibat panas yang dilepaskan reaksi antar alkali dan selulosa dapat secara signifikan mempengaruhi kerataan hasil proses merserisasi dingin (normal). Dalam hal ini pengontrolan suhu pada proses merserisasi panas tidak sekrusial merserisasi dingin.

Pengerjaan pada suhu di bawah 0°C dilaporkan menghasilkan efek-efek khusus pada kain kapas, dimana perendaman dalam larutan soda kostik 25% pada suhu 10°C selama 1 menit membuat kain kapas menjadi tembus pandang secar permanen. Kombinasi dengan merserisasi normal dapat memberikan hasil yang lebih baik, dan sangat memungkinkan untuk memperoleh sifat tembus pandang dan kilau tinggi secara bersamaan. Proses demikian disebut *penyempurnaan* svwss dan biasa dilakukan pada masa lalu untuk memproduksi kain volie dan organdy.

Waktu proses yang ditetapkan oleh tiap pabrik tentu saja bervariasi tergantung pada konstruksi dan keadaan benang atau kain dan jenis mesin yang digunakan, namun umumnya berada di antara 30 - 90 detik. Waktu proses yang dimaksud adalah waktu yang dibutuhkan oleh soda kostik untuk penetrasi ke dalam dan bereaksi dengan serat.

Gebhardt menyebutkan bahwa waktu proses optimum sesungguhnya dapat diketahui dengan mengamati apa yang disebutnya sebagai *titik gelas* tepat sebelum bahan memasuki bagian penstabilan (pencucian awal). Titik ini dapat dikenali berdasarkan kenampakan bahan yang tembus pandang, dan menurut hasil percobaan biasanya dicapai setelah 40 - 45 detik. Cara lain untuk menentukan waktu optimum adalah dengan mengukur elastisitasnya, dimana

waktu optimum adalah waktu proses yang menghasilkan elastisitas maksimum, yang hanya bisa dicapai bila telah terjadi pembasahan sempurna pada bahan. Namun demikian harus diingat bahwa angka tesebut (40-45 detik) bukan merupakan sesuatu yang baku karena alasan-alasan yang sudah disebutkan di atas tabel 7 - 1 menyajikan data mengenai pengaruh waktu tehadap mengkeret benang pada berbagai konsentrasi dan suhu larutan merserisasi.

Kilau, salah satu karakteristik utama produk merserisasi, pada dasarnya merupakan efek yang dihasilkan dari pemantulan cahaya yang jatuh pada permukaan serat, dan sangat bergantung pada bentuk penampang lintang dan sifat permukaannya. Pada merserisasi dengan tegangan penampang lintang serat kapas menjadi lebih bulat dan permukaannya pun lebih halus sehingga cahaya yang jatuh di atasnya akan dipantulkan secara lebih teratur dan menimbulkan kilau yang lebih baik daripada merserisasi tanpa tegangan. Namun demikian harus diingat pula bahwa penampang lintang bulat bukanlah satu-satunya penyebab timbulnya kilau, karena serat sutera yang berpenampang lintang segitiga dan hasil penyempurnaan kalender juga memiliki kilau tinggi.

Tabel 8 -1 Mengkeret Benang Kapas pada Merserisasi

Suhu <t)		Konsenterasl Soda Kostik (%)														
					10			19			24			29		
	Waktu (menit)	1	10	30	1	10	30	1	10	30	1	10	30	1	10	30
2 18 30		1	1	1	12,2	15,2	16,8 8,0	19,2	20,1	21,5	22,7	22,7	23,5	23,5	23,0	23,0
80		0	0		8,8	11,8 4,6	4,6	19,2	20,1	21.1	22,5	22,5	22,5	23,5	23.0	21.0
		0			6,0 3,5	3,7	3,8	19,2	20,3	29,0	19,8	19,8	19,8	20,7	20,5	20,1
		0	0					13,7	14,2	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5	15,4

Pemberian tegangan dapat dilakukan dengan salah satu dari kedua cara berikut, yaitu (1) benang atau kain mula-mula dibiarkan mengkeret hingga maksimal lalu dikembalikan ke panjang atau lebarnya semula dengan penarikan, atau (2) sedikit ditegangkan tanpa penarikan sejak awal proses sehingga mengkeret yang terjadi saat kontak dengan larutan soda kostik akan menimbulkan efek tegangan yang besarnya tergantung pada konsentrasi soda kostik yang digunakan.

Cara kedua biasanya memberikan efek kilau yang lebih tinggi daripada cara pertama, namun harus dipahami bahwa penyerapan akan berlangsung relatif lebih sulit dalam keadaan tegang, dan sesunguhnya kebanyakan proses merserisasi dilakukan menurut cara (1). Cara manapun yang dilakukan semakin besar tegangan atau penarikan pada bahan maka semakin tinggi efek kilau yang dihasilkan.

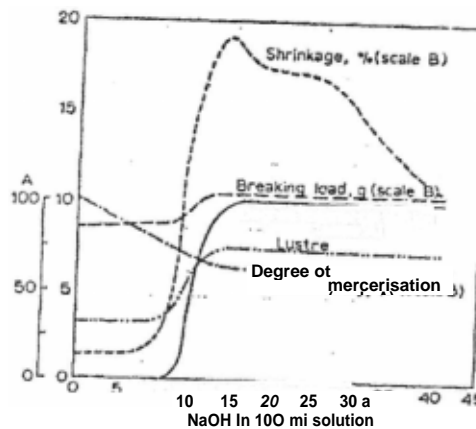
Salah satu faktor yang turut menentukan kilau serat namun nampaknya jarang disinggung adalah jenis serat. Pengamatan dengan mikroskop memperhatikan bahwa serat panjang *(long staple)* memiliki kerataan yang lebih tinggi sehingga dengan sendirinya memiliki kilau yang lebih baik. Faktor tegangan juga menjadi penyebab rendahnya kilau benang yang terbuat dari serat pendek.

Serat panjang

Serat pendek

Gambar 8 - 3 Penampang Lintang Serat Panjang
dan Pendek

Pada benang dari serat pendek gaya kohesi antar seratnya rendah sehingga masing-masing serat tersebut menjadi lebih mudah bergeser satu sama lain *(slip)* pada penarikan dan menurunkan efek tegangan. Kain yang terbuat dari anyaman satin atau keper umumnya akan menimbuikan efek kilau yang tinggi, terutama karena kain semacam ini memiliki banyak benang timbul pada permukaannya yang akan melipatgandakan efek kilau hasil merserisasi.

Pemberian tegangan selama merserisasi, seperti telah disinggung di muka, juga akan menaikkan kekuatan tarik secara sangat berarti. Namun sebagai konsekuensinya mulur serat sebelum putus akan berkurang. Pertambahan mulur yang besar dapat dicapai dengan mersen'sasi tanpa tegangan. Gambar 7 - 4 memperlihatkan hasil percobaan dengan kapas pada berbagai konsentrasi soda kostik selama 1 jam pada suhu 24 - 25 C dengan tegangan. Nampak jelas bahwa kenaikan kekuatan tarik diikuti oleh penurunan mulur serat yang berlangsung hingga konsentrasi 15%. Keduanya tidak lag! menampakkan perubahan pada konsentrasi soda kostik yang lebih tinggi. Fakta lain yang juga menarik untuk diamati adalah bahwa, berdasarkan pengamatan atas perubahan diagram dirfaksi sinar X, derajat merserisasi dan perubahan sifat mekanik serat menjadi petunjuk bahwa kenaikan kekuatan tarik pada serat lebih disebabkan oleh perubahan struktur kehalusannya.

Gambar 8 - 4
Pengaruh Konsentrasi Soda Kostik (NaOH) Terhadap Sifat-Sifat Fisik dan Mekanik Serat Kapas

Kenaikan kekuatan tarik pada benang hasil merserisasi, seperti diperlihatkan pada tabel 7 - 2 , lebih ditentukan oleh konsolidasi struktur benang dan bukannya pada pertambahan kekuatan tarik masing-masing serat penyusun benang tersebut. Oleh karena itu tidak mengherankan bila puntiran memberikan kekuatan tarik yang lebih besar daripada yang dapat diberikan dengan merserisasi. Kasusnya menjadi berbeda untuk benang gintir. Pemberian puntiran yang lebih tinggi memang menaikkan kekuatannya akan tetapi nilainya ternyata masih jauh di bawah yang dapat dicapai dengan merserisasi.

Tabel 8 - 2 Pengaruh Puntiran dan Merserisasi Terhadap Kekuatan Tarik Benang

Nomor Benang	Puntiran/ inci	Pertambahan kekuatan tarik karena puntiran (%)	Kekuatan tarik (lb)		Pertambahan kekuatan tarik karena merserisasi (%)
			Non-merser	Merser	
12/1	9	-	0,64	1,39	117
12/1	14	-	1,46	1,70	16
40/21	13,5	-	127,5	1,69	32,5
40/2	24	14	14	1,56	7,6

Agaknya memang belum ada suatu aturan sederhana yang dapat menerangkan pertambahan kekuatan tarik pada benang akibat merserisasi; dua variabel pokok yang harus diperhitungkan dalam hal ini adalah penetrasi soda kostik dan penggembungan, di mana keduanya sangat bergantung pada struktur ruang benang yang bersangkutan (dan ini berhubungan erat dengan nomor benang dan puntiran), Namun demikian secara umum dapat dikatakan bahwa penggembungan yang terjadi pada masing-masing serat penyusun benang membuat struktur benang menjadi lebih rapat dan dengan penarikan yang diberikan selama proses merserisasi serat-serat tersebut akan terorientasi lebih sejajar dengan sumbu benang, sehingga pembebanan gaya tarik pada benang akan terdistribusi lebih merata.

8.1 Proses Merserisasi

Dari sekian banyak keuntungan yang bisa diperoleh dari proses merserisasi kebanyakan pabrik pada dasarnya lebih tertarik pada kilau, peningkatan daya serap zat warna dan kekuatan tarik. Namun demikian, mengingat bahwa masing-masing sifat tersebut memiliki perilaku yang tidak sama terhadap satu faktor tertentu (misalnya tegangan) maka ketiganya tidak bisa dicapai secara maksimum pada saat bersamaan, dan pabrik pun harus menetapkan skala prioritas sebelum menetapkan kondisi proses.

Skala proses yang ditetapkan oleh pabrik tentu saja bisa berbeda tergantung pada tujuan proses yang ingin dicapai oleh masing-masing pabrik. Karena itu kondisi proses yang ditetapkan pun bisa bervariasi. Meskipun demikian, pada umumnya proses komersial menggunakan larutan soda kostik 25 - 30% pada

suhu sehitar 15 - 20°C untuk merserisasi normal dan 60°C untuk merserisasi panas dengan waktu kontak 30 - 90 detek. Bila kilau bukan merupakan tujuan utama dan proses merserisasi hanya dimaksudkan untuk menghilangkan nep kapas maka konsentrasi soda kostik bisa dikurangi menjadi 15%.

Merserisasi dapat dilakukan dalam keadaan grey maupun sesudah pengelantangan. Keduanya memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing. Merserisasi grey membantu menghilangkan sebagian malam (wax) pada kapas sehingga pemakaian soda kostik pada pemasakan dapat dikurangi. Penghematan masih bisa dilakukan lebih jauh lagi dengan cara menghilangkan tahap akhir pencucian dan penetralan pada proses merserisasi sehingga sejumlah kecil alkali yang tertinggal pada bahan dapat dimanfaatkan untuk membantu pemakaian soda kostik pada pemasakan. Daya serap dan reaktifitas yang lebih tinggi terhadap zat-zat kimia juga membuka peluang untuk penghematan pada pengelantangan. Keuntungan lain adalah bahwa merserisasi grey disebutkan memberikan pegangan lebih lembut daripada merserisasi sesudah pengelantangan. Pada merserisasi grey penetrasi alkali berlangsung lambat dan tidak merata sehingga disarankan untuk mengerjakan bahan dengan air atau larutan alkali encer beberapa menit sebelum proses, atau lebih baik lagi dengan menambahkan pembasah tahan alkali (1%) ke dalam larutan merserisasi, untuk mempercepat pembasahan. Sedangkan benang atau kain dengan kekuatan relatif rendah sebaiknya dimerser dalam keadaan grey.

Di samping itu harus tahan terhadap alkali pembasah untuk proses merserisasi juga harus:
1. Memiliki daya pemasahan tinggi,
2. Tidak teradsopsi secara preferensial oleh serat,
3. Larut dalam larutan soda kostik,
4. Tidak menimbulkan busa maupun keruh pada larutan,
5. Tidak meninggalkan endapan pada bahan dan bagian-bagian mesin,
6. Mudah dihilangkan dari bahan, dan
7. Tidak mewarnai serat secara permanen

Kita mengenal dua macam pembasah yang biasa digunakan dalam merserisasi, yaitu dari jenis kresilat dan non kresilat. Asam-asam kresilat seperti campuran o-m-, dan p-kresol, sesuai dengan namanya, termasuk dari jenis kresilat. Daya pembasahannya akan meningkat dengan penambahan zat-zat aditif semacam alkohol polihidrat (C18), butanol, 2-etil heksanol, dan polietilena glikol. Sedangkan dari jenis non kresilat kita akan dapati natrium dodesil difenil oksida disulfonat, 2-etil heksil alkohol, dan natrium butil difenil sulfonat.

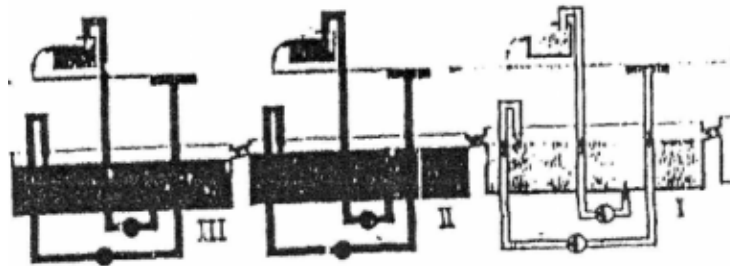
Penetrasi dapat pula ditingkatkan dengan menaikkan suhu larutan merserisasi (merserisasi panas). Pada suhu yang lebih tinggi viskositas larutan soda kostik akan turun dan penetrasi pun berlangsung lebih mudah.

Kekurangan lain dari proses merserisasi grey adalah ketidakrataan efek merserisasi sebagai akibat pemanasan lokal yang timbul dari reaksi eksoterm antara kanji pada kain yang berasal dari pertenunan dan soda kostik. Proses daur ulang natrium hidroksida pun menjadi lebih sulit dan mahal karena adanya kontaminasi oleh lemak dan malam kapas selama merserisasi. Oleh sebab itu lebih disarankan untuk melaksanakan merserisasi sesudah penghilangan kanji atau lebih baik lagi sesudah pemasakan.

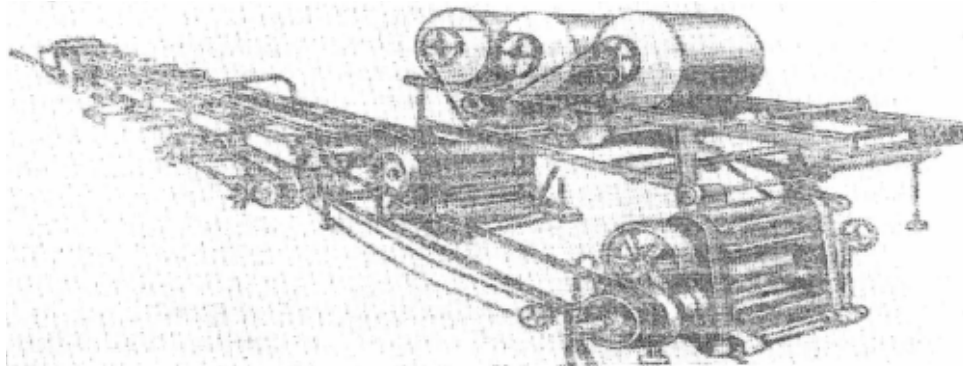
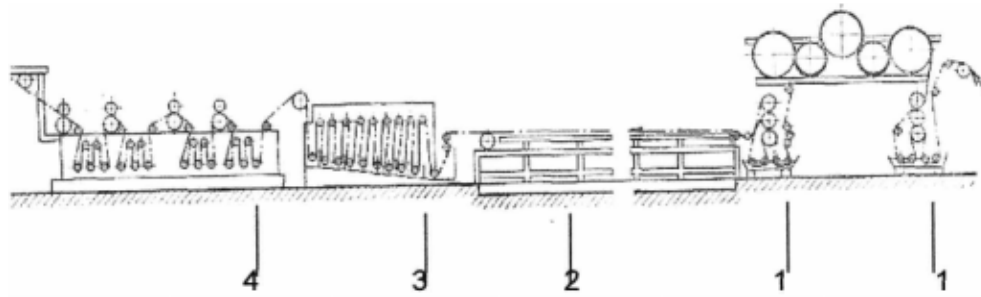
Bila pengelantangan kain dilakukan dalam bentuk untaian (rope) seperti pada mesin Jet Dyeing, dan buka dalam bentuk lebar maka merserisasi yang dilakukan sesudahnya juga berfungsi menghilangkan bekas-bekas lipatan yang terbentuk selama pengelantangan. Berbeda dengan pengelantangan dalam bentuk lebar, pada mesin kontinyu, kain yang berasal dari proses dalam bentuk untaian umumnya selalu dalam keadaan basah dan disimpan dalam gerobak kain untuk kemudian dibawa ke mesin merserisasi. Melihat keadaan selama proses maka besar kemungkinan kain memiliki kandungan air ke arah panjangnya air pada bagian atas tumpukan kain secara perlahan akan mengalir turun ke bawah karena gaya gravitasi bumi dan mengakibatkan perbedaan kandungan air di sepanjang kain. Ini akan menimbulkan ketidakrataan derajat merserisasi pada kain dan baru akan nampak setelah proses pencelupan berupa belang. Satah satu cara untuk mengatasi masalah ini adalah dengan melewatkan kain di antara rol-rol pemeras sebelum merserisasi agar kandungan airnya berkurang dan merata di seluruh bagian bahan.

Masalah lain yang timbul dari merserisasi dalam keadaan basah adalah pengenceran oleh air yang terdapat pada bahan. Oleh karena itu untuk mempermudah pengontrolan soda kostik dan mendapatkan hasil yang lebih baik merserisasi sebaiknya dikerjakan dalam keadaan kering. Kain yang berasal dari proses pengelantangan dalam bentuk lebar penanganannya biasanya lebih mudah karena sudah berada dalam keadaan kering, meski sesungguhnya tidak selalu sepenuhnya kering (masih sedikit lembab).

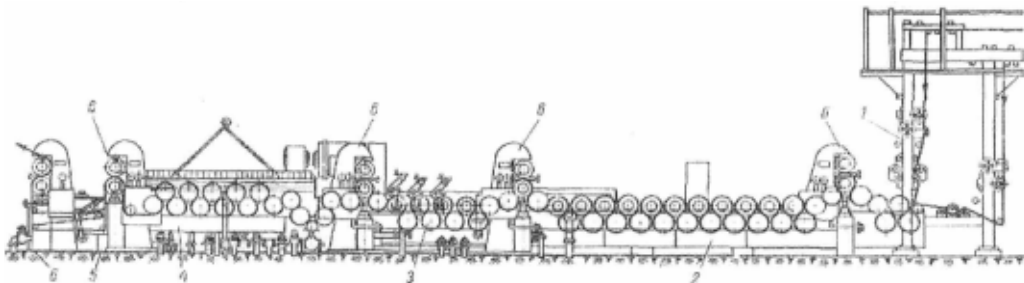
Proses merserisasi pada prinsipnya terbagi atas beberapa tahap proses, yaitu impregnasi larutan, penegangan, penstabilan (pencucian awal), dan pencucian akhir serta penetralan. Penegangan dapat dilakukan sejak awal proses atau sesudah perendamperasan. Pada proses konvensional dengan mesin jenis rantai kain mula-mula dilewatkan pada larutan soda kostik dan sepasang rol pemers untuk meratakan pembasahan serat menghilangkan kelebihan alkali pada kain. Selanjutnya kain dilewatkan pada serangkaian tambur berjumlah 12 untuk memberikan kesempatan bagi berlangsungnya reaksi antara soda kostik dan serat, Setelah keluar dari perendamperasan yang kedua kain ditegangkan ke arah pakan dengan stenter untuk dikembalikan kepada lebarnya semula. Penegangan ke arah panjang kain dilakukan dengan mengatur kecepatan relatif rol pemeras pertama terhadap yang kedua. Perendamperasan yang kedua tidak selalu perlu dilakukan dan sangat tergantung pada sifat bahan, dimana kain-kain tebal pada umumnya memerlukan dua kali perendamperasan untuk membantu mempercepat penetrasi larutan. Laju dan derajat penetrasi juga dapat ditingkatkan dengan menggunakan konsentrasi natrium hidroksida

yang lebih rendah pada perendamperasan pertama, mengingat penetrasi akan lebih mudah untuk larutan dengan viskositas lebih rendah. Di ujung stenter satu unit pencucian yang bekerja berdasarkan sistem alur balik (gambar 6- 5 counterflow) untuk mengurangi kandungan alkali pada bahan. Pada bagian ini, yang juga sering disebut bagian penstabilan, pencucian kain berlangsung masih dengan tegangan dan baru boleh dilepaskan bila kandungan alkali telah mencapai kurang dari 5% agar tidak terjadi mengkeret lanjutan saat pencucian akhir yang bisa mengurangi kestabilan di mesin kain. Pengeringan biasanya dilakukan dengan silinder pengering suhu sekitar 110°C.

Gambar 8 - 5 Sistem Alir Balik pada Pencucian

Sistem alir balik memungkinkan pabrik melakukan penghematan cukup berarti dalam pemakaian air maupun zat-zat kimia. Prinsipnya adalah dengan memanfaatkan kembali larutan yang berasal dari tiap tahap pencucian (berupa campuran air dan alkali yang semula tedapat pada bahan) untuk pencucian pada tahap sebelumnya. Dengan bantuan pompa sirkulasi dan penyedotan larutan tersebut disirkulasikan balik berlawanan arah dengan jalannya kain sehingga alkali akan terakumulasi secara bertahap mengikuti aliran larutan dan mencapai maksimum pada bak penampung terakhir (pada gambar adalah bak III). Larutan yang terkumpul pada bak III selanjutnya dibawa ke unit daur ulang soda kostik, dan hasilnya dapat digunakan kembali untuk berbagai proses yang menggunakan alkali.

Gambar berikut di bawah ini adalah skema sederhana mesin merserisasi jenis rantai.

Gambar^-6 Mesin
Merserisasi Dengan Rantai

Keterangan :
1. **Alkali tank**
2. **Rantai**
3. **Pencucian panas**
4. **Pencucian dingin dan penetralan**

Pada mesin perfects penegangan kain ke arah lebar dilakukan pada bagian stenter dengan menggunakan penjepit otomatis yang terpasang pada rantai yang terdapat di kedua sisi mesin, sedangkan jenis Optima menggunakan serangkaian rol lengkung dan rot pengantar kain yang dirancang khusus untuk mendapatkan efek penegangan ke arah lebar. Penegangan ini dipengaruhi langsung oleh tegangan ke arah panjang kain. Perbedaan friksi antara kain dan rol di bagian tengah dan tepi menyebabkan bertambahnya kerapatan tenunan atau jeratan di kedua pinggir kain, sehingga pada proses pencelupan kedua bagian kain tersebut akan nampak lebih tua. Ini merupakan salah satu kekurangan mesin tanpa rantai pada umumnya dibandingkan dengan jenis rantai. Perbedaan lainnya terletak pada saat pemberian tegangan; mesin jenis rantai kain mula-mula dibiarkan mengkeret dan baru ditegangkan kembali pada bagian stenter, sedangkan pada mesin tanpa rantai tegangan sudah diberikan sejak awal proses.

Gambar 8 - 7 Mesin
Merserisasi Tanpa Rantai

Keterangan :

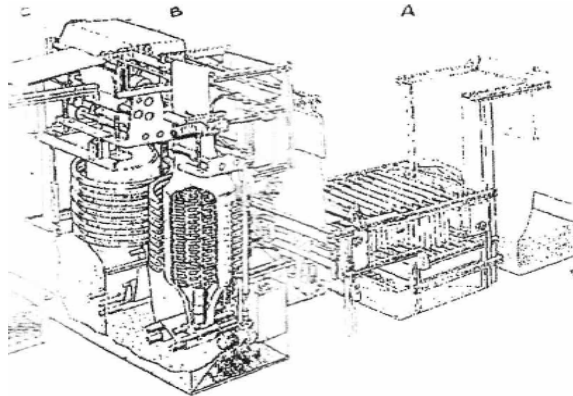
1. Padder
2. Alkali tank
3. Pencucian air panas
4. Pencucian air dingin
5. Padder
6. Rol penarik

Pada tahun 1987 Kusters memperkenalkan teknologi baru pada mesin penyempurnaan tekstil yang semula ditujukan untuk proses pemasakan dan pengelantangan secara simultan. Teknologi ini, mereka menyebutnya fexnip, memungkinkan penambahan larutan dalam jumlah besar secara merata, terkontrol dan reproducible pada dua sisi kain yang dikerjakan dalam keadaan basah *(wet/wet treatment)* tanpa resiko terjadinya pengenceran karena pertukaran larutan seperti sering terjadi pada sistem perendaman perasan konvensional. Konstruksinya juga memungkinkan tercapainya perbedaan konsentrasi yang tinggi antara larutan pada bak perendaman dan yang terdapat pada kain, sehingga difusi larutan dapat berlangsung jauh lebih cepat, yaitu hanya sekitar 10 detik. Dalam perkembangan selanjutnya teknologi ini juga dimanfaatkan untuk perendamperasan pada proses penyempurnaan lainnya, termasuk merserisasi. Dengan teknologi ini pemakaian zat-zat kimia dapat dikurangi secara signifikat sehingga tingkat pencemaran lingkungan pun menjadi lebih rendah dibandingkan sistem konvensional. Proses merserisasi yang menggunakan teknologi ini sering pula disebut *ecomerce,* yaitu proses merserisasi ramah lingkungan.

Merserisasi kain rajut semula dianggap terlalu suit karena kondisinya yang paling bertentangan. Penarikan pada merserisasi yang diyakini sebagai bagian untuk mendapatkan kilau, dapat mengakibatkan turunnya elastisitas dan kestabilan dimensi kain rajut sehingga perkembangannya sedikit terhambat dan tidak sepesat proses untuk kain tenun. Baru pada awal tahun 1970-an beberapa teknik secara serius mulai dikembangkan untuk merserisasi kain rajut pada mesin tanpa rantai dengan memanfaatkan peralatan pengontrol dengan tegangan ataupun dengan ban bejana *(convenyor belt)* sebagai pengantar kain.

Masalah lainnya adalah bekas lipatan bersifat permanen pada hasil merserisasi kain rajut budnar *(tubular).* Cara yang selama ini dilakukan adalah memotong/membelah kain tersebut agar dapat diproses dalam bentuk lebar agar tidak meninggalkan bekas lipatan. Ini pun ternyata belum menyelesaikan masalah karena berbedaan friksi antara kain dan rol pengantar di bagian tengah dan pinggir menimbulkan perbedaan kerapatan jenis jeratan ke arah lebar kain yang dapat mengakibatkan timbulnya belang pada pencelupan. Untuk mengatasi masalah tersebut dua perusahaan pembuat mesin tekstil Jepang, Toyobo-Oshima dan Sando Iron Works, melakukan terobosan cemerlang dengan menciptkan mesin merserisasi yang dilengkapi penyembur udara berkekuatan tinggi *(air jet)* untuk menggelembungkan kain selama proses penstabilan sehingga terbebas dari bekas lipatan dan ketidakrapatan

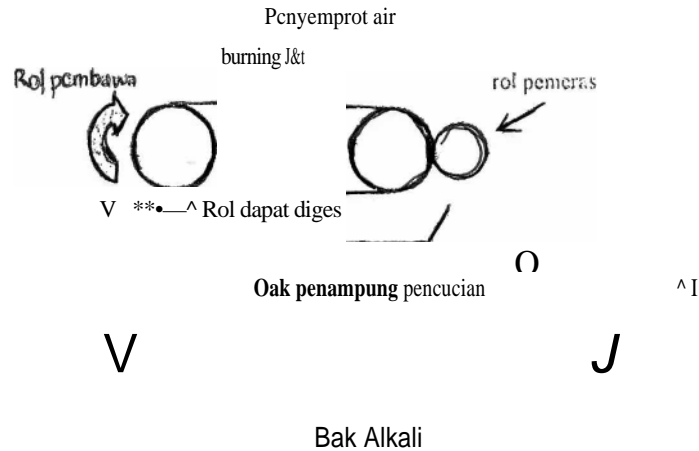
jeratan. Prinsip ini kemudian diikuti oleh beberapa mesin di Eropa, terutama Dornier (lihat gambar 7-8)

Mesin memiliki dua penyembur udara, masing-masing untuk penstabilan dan pengeringan. Kain mula-mula dilewatkan pada larutan soda kostik melalui serangkaian rol-rol pengantar, lalu diperas dan langsung masuk ke bagian penstabilan, dimana kain digelembungkan dan disemprot dengan air untuk menghilangkan kandungan soda kostiknya. Selanjutnya kain masuk ke bagian pengeringan dan dikeluarkan melalui plaiter.

Gambar 8-8 Mesin Merserisasi Kain Rajut Bundar Dornier

8.2 Merserisasi Benang

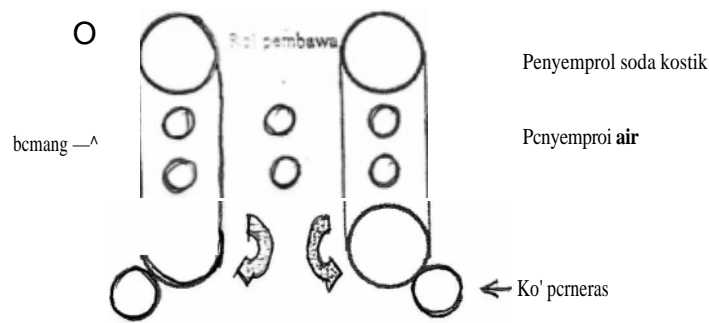
Merserisasi benang biasanya dilakukan secara partai dalam bentuk untaian impregnasi benang pada larutan dilakukan dengan bantuan rol-rol pembawa yang dapat berputar dan berfungsi mengatur agar kontak dengan larutan terjadi di seluruh bagian untaian, dan rol pemeras yang berhubungan dengan salah satu dari kedua rol pembawa (gambar 7-9). Di bawah rol-rol pembawa tedapat bak larutan alkali yang dapat bergerak naik-turun dan bak penampung pencucian yang dapat bergeser secara horisontal. Sementara itu di atasnya tedapat pipa-pipa penymprotan air untuk pencucian.

Perendaman dimulai dengan menaikkan bak alkali dan memutar rol-rol pembawa agar seluruh bagian untaian benang mengalami kontak dengan larutan. Salah satu kedua rol tersebut dapat digeser secara horisontal untuk mengatur tegangan benang. Untuk membantu penyerapan larutan benang sebaiknya berada dalam keadaan kendur dan diberi kesempatan mengkeret selama perendaman. Setelah perendaman selesai bak alkali diturunkan kembali ke tempatnya semula dan digantikan oleh baik penampung pencucian air disemprotkan dari atas dan benang ditegangkan selama pencucian untuk mendapatkan kilau. Selanjutnya benang dilepaskan dari rol dan dinetralkan

dengan asam encer (1 - 3%). Pengeringan benang biasanya dilakukan dengan menghembuskan udara panas.

Gam bar 8- 9 Prinsip Sederhana Mesin Merserisasi Benang

Prinsip yang agak berbeda pada mesin merserisasi benang model MV56 *(Maschinenfabrik Gerber-Wanslebin, Krefeld),* dimana benang tidak direndam dalam larutan soda kostik melainkan disemprot (gambar 7-10). Kekhususan lain adalah posisi rol-rol pembawanya yang sejajar secara vertikal. Rol-rol tersebut berputar secara bergantian searah jarum jam dan kebalikannya. Rol pembawa atas dapat diatur posisinya untuk mengatur tegangan benang, sementara rol bawah dan pemeras memiliki posisi tetap. Panjang untaian yang dapat diproses pada mesin ini bervariasi dari 52" hingga 90". Di bawah rol-rol pembawa terdapat sebuat bak yang berfungsi menampung larutan soda kostik yang jatuh yang dihubungkan dengan suatu sistem sirkulasi sehingga larutan tersebut dapat disemprotkan kembali. Penyemprotan berlangsung sekitar 2 menit.

Setelah penyemprotan selesai bak penampung pencucian secara otomatis akan bergeser dan mengambil posisi di antara rol pembawa dan bak penampung alkali, lalu benang disemprot dengan air panas dan dingin untuk mengurangi kandungan kostik pada benang (sebaiknya lebih dari 5%) pada saat yang sama ditegangkan untuk mendapatkan efek kilau dengan cara mengatur posisi rol atas. Pencucian panas dingin biasanya berlangsung 30 detik.

Di akhir proses rol-rol dikembalikan di posisinya semula sehingga benang mengendur dan dapat dilepaskan untuk dinetralkan.
Salah satu alasan dilakukannya merserisasi dalam bentuk benang adalah untuk menghidari resiko terjadinya kerusakan serat pada kain campuran yang terdiri dari benang kapas dan benang yang terbuat dari serat yang tidak tahan alkali kuat.

Gambar8-10 Skema Sederhana Mesin Model MV56

Lagipula kekuatan tarik dan kilau kain yang berasal dari benang merser dilaporkan lebih tinggi daripada yang diperoleh dari merserisasi dalam bentuk kain. Merserisasi benang juga dapat memperbaiki efisiensi pertenunan, terutama untuk benang berkekuatan rendah dan relatif mudah putus. Merserisasi juga dapat dilakukan secara kontinyu seperti yang biasa dilakukan pada benang lusi untuk kain campuran dengan efek khusus. Cara ini juga dilakukan terutama bila jumlah benang yang akan diproses sengat besar. Keuntungan yang bisa diperoleh dengan cara kontinyu adalah kemudahan dalam penanganannya dan penghematan soda kostik karena memungkinkan pencucian secara alir-balik . Pada proses kontinyu ribuan helai benang dengan panjang masing-masing mencapai lebih dari 5000 meter dapat dikerjakan dengan penanganan minimum.

8.3 Penggembungan

Salah satu teori yang diajukan untuk menerangkan fenomena penggembungan selulosa oleh logam alkali hidroksida adalah bahwa gugus-gugus hidroksil pada unit ahidroglukosa berlaku sebagai asam lemah yang terdisosiasi secara independen dalam larutan. Disosiasi tersebut berlangsung sesuai dengan konsentrasi soda kostik yang digunakan.

Bila selulosa direndam dalam larutan soda kostik maka air dan alkali akan berdifusi ke dalamnya menurut teori kesetimbangan membran Donnan, yang segera diikuti oleh disosiasi gugus hidroksil selulosa dan pembentukan garam natrium selulosat. Dalam sistem kesetimbangan demikian pembentukan garam selulosa akan sangat ditentukan oleh konsentrasi ion hidroksil dalam fase selulosa (fase internal), yang pada gilirannya ditentukan oleh konsentrasi larutan soda kostik yang digunakan. Pembentukan garam memperbesar konsentrasi ion di dalamfase selulosa sehingga timbul perbedaan tekanan osmotik antara fase tersebut dan fase larutan *(eksternal).*

Akibatnya air akan masuk dalam jumlah lebih besar lagi ke dalam serat dan menurunkan konsentrasi ion di dalamnya sehingg tercapai suatu kesetimbangan antara kedua fase dan serat menggembung. Penggembungan akan terhenti oleh gaya kohesi selulosa, atau gaya elastik dinding primer. Bila tekanan yang timbul cukup besar maka akan terjadi distorsi permanen susunan polimer serat, berupa perubahanstruktur kisi dari Selulosa I menjadi Selulosa II. Pada proses pencucian (penstabilan) air dalam jumlah besar akan menghidrolisa garam natrium selulosat dan mengakibatkan tekanan osmotik turun, diikuti oleh sedikit kontraksi serat lateral.

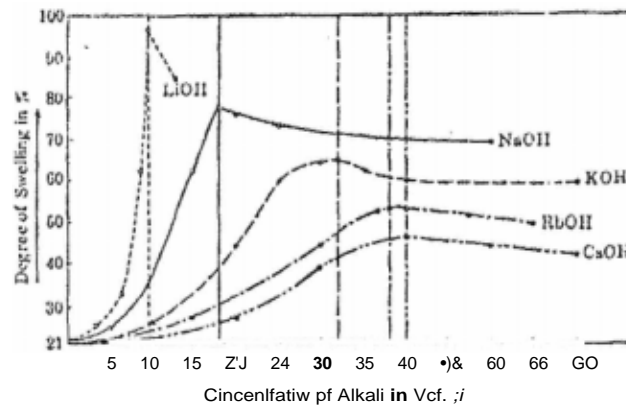
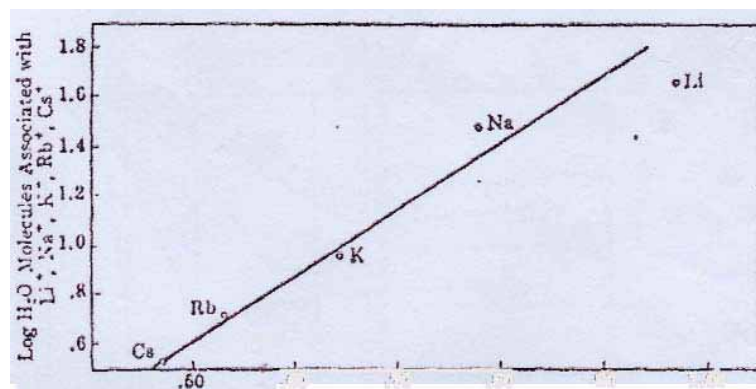
Penggembungan akan semakin besar sesuai dengan kenaikan konsentrasi soda kostik dan mencapai maksimum pada konsentrasi sekitar 18%. Menurut teori di atas ini disebabkan oleh difusi alkali yang berlangsung sangat cepat dari larutan ke dalam selulosa selama reaksi pembentukan garam sehingga timbul perbedaan konsentrasi ion yang sangat besar antara kedua fase tersebut. Penelitian menunjukkan bahwa reaksi tersebut selesai bersamaan dengan dicapainya penggembungan maksimum, yaitu pada konsentrasi 18%. Pada saat itu penyerpaan alkali oleh selulosa berhenti karena sudah tidak dibutuhkan lagi, sehingga penambahan konsentrasi soda kostik justru akan memperbesar tekanan osmotik larutan dan menyebabkan air keluar dari fase serat dan mengurangi penggembungan. Teori ini juga dapat menerangkan mengapa penggembungan menjadi lebih besar pada suhu lebih rendah.

Penelitian memperlihatkan bahwa tingkat hidrasi kation yang berasal dari alkali hidroksida berhubungan erat dengan penggembungna, dan ini menjelaskan perbedaan konsentrasi penggembungan maksimum pada tiap jenis alkali. Sebagai contoh, KOH mempunyai konsentrasi penggembungan maksimum pada 32%, sedangkan lithium, rubidium dan cesium hidroksida masing-masing berada pada konsentrasi 9,5%; 38% dan 40%. Tingkat hidrasi ion sangat ditentukan oleh muatan listrik dan ukuran atomnya, semakin kecil ukurannya justru semakin banyak molekul air yang dapat dibawanya. Data berikut ini memperlihatkan kemampuan hidrasi berbagai ion alkali yang disusun mulai dari yang terbesar (Li).

	Li	Na	K	Rb	Cs
MolH_2O	120	66	16	14	13

Pada saat bereaksi dengan selulosa molekul air yang menyelimuti ion alkali akan mendesak rantai-rantai molekul selulosa berdekatan ke arah lateral dan menyebabkan terjadinya penggembungan. Berdasarkan hipotesa ini maka ion alkali dengan kemampuan hidrasi lebih tinggi tentu akan menghasilkan penggembungan lebih besar. (lihat gambar 7-11)

Kurva tinier pada gambar 7 - 12 menegaskan hubungan antara penggembungan dan tingkat hidrasi ion alkali, yang diperoleh dengan menghubungkan persen penggembungan denganlog jumlah molekul air yang berikatan koordinasi dengan kation alkali pada konsentrasi kritis, sehingga

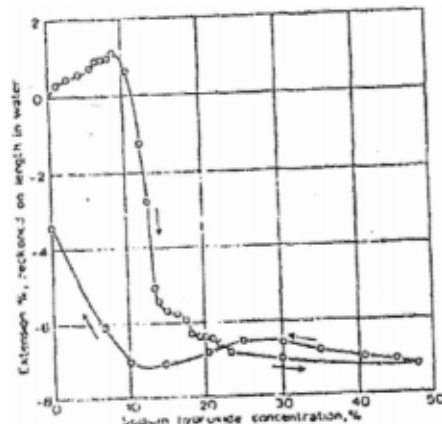
penggembungan juga dapat dikatakan sebagai fungsi logaritma dari tingkat hidrasi kation alkali.

Gambar8-11 Hubungan Antara Penggembungan dan Konsentrasi Berbagai Alkali

Gambar 8-12 Hubungan Penggembungan dan Hidrasi Alkali

Teori lain yang juga menarik menggunakan peristiwa pelarutan sebagai pendekatan dan memandang merserisasi sebagai suatu peristiwa perubahan kimia-fisika serat kapas akibat reaksi dwi kutub antara selulosa dan natrium hidroksida Penggembungan sangat ditentukan oleh kemampuan senyawa yang digunakan (misalnya soda kostik) untuk memutus ikatan hidrogen antar rantai molekul dan mengadakan ikatan hidrogen dengan gugus hidroksil yang terbebaskan Pada perendaman dalam air molekul-molekul air berdifusi untuk masuk mula-mula ke bagian amorf serat dan membentuk ikatan hidrogen dengan gugus hidroksil selulosa. Keberadaan molekul air pada bagian amorf menyebabkan rantai molekul serat bervibrasi dengan amplitudo yang lebih

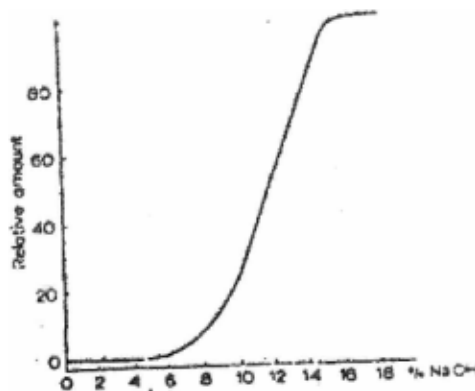
besar sehingga sejumlah ikatan hidrogen dan ikatan-ikatan lemah lainnya antar rantai-rantai molekul yang berdekatan pada daerah tepi kristalin terputus dan memungkinkan molekul air memasuki bagian tersebut serta membentuk ikatan hidrogen dengan gugus-gugus hidroksil yang terbebaskan. Vibrasi rantai molekul serat terus berlangsung dan merambat ke bagian lainnya hingga menyebabkan lebih banyak lagi gugus hidroksil yang terbebaskan dan berikatan dengan molekul air. Sebagai akibatnya masing-masing rantai molekul tersebut menjadi lebih bebas bergerak relatif terhadap lainnya dan terjadilah penggembungan.

Pengerjaan dengan soda kostik menimbulkan efek yang lebih nyata. Kemampuan ion hidroksil natrium hidroksida untuk mengadakan ikatan hidrogen dengan gugus hidroksil selulosa jauh lebih besar daripada yang dimiliki molekul air. Hidrasi ion tersebut oleh molekul air dalam larutan menghasilkan senyawa kompleks *(hydroxilion water complex)* dan memperbesar keelektronegatifan atom oksigennya. Akibatnya kemampuannya untuk menyerang atom hidrogen pada gugus hidroksil selulosa juga meningkat. Hal ini berarti semakin banyak ikatan hidrogen yang terputus dan dengan demikian penggembungan yang terjadi pun lebih besar dibandingkan dengan yang terjadi pada perendaman dalam air.

8.4 Modifikasi Struktur Selulosa

Berkat afinitasnya yang tinggi alkali tidak hanya mampu berpenetrasi ke dalam bagian almorf tapi juga ke bagian kristalin selulosa. Selama berlangsungnya proses tersebut gaya-gaya ikatan antar molekul melemah dan kekuatan bahan pun berkurang. Kekuatan serat akan pulih kembali pada tahap penstabilan dan pengeringan di mana serat mengalami kontraksi dari penggembungannya.

Gambar8-13
Perubahan Panjang Serat Kapas Terhadap Variasi Konsentrasi Soda Kostik

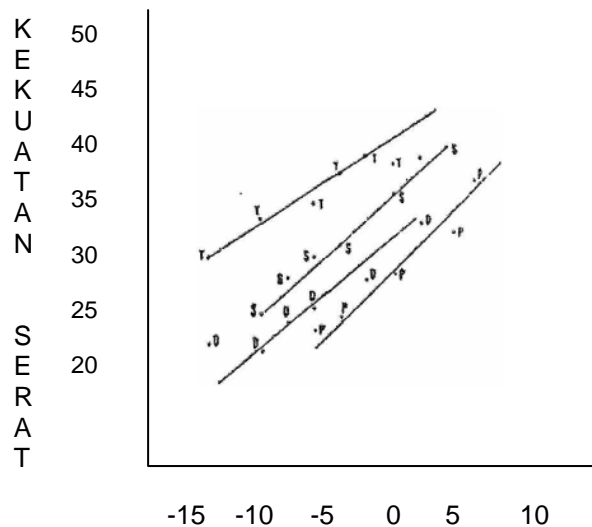
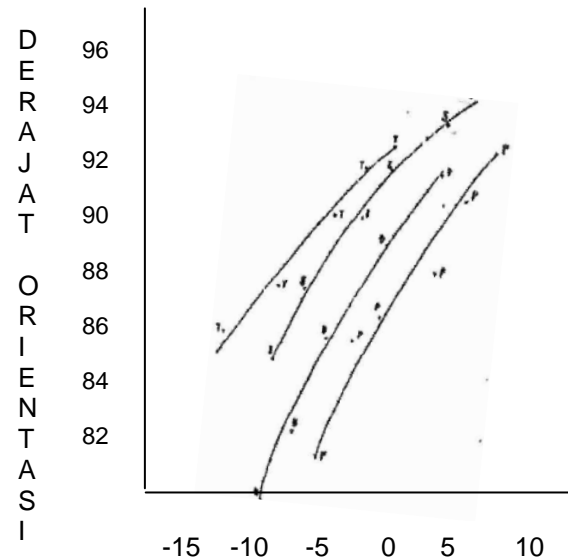
Proses merserisasi merupakan proses tak dapat balik *(arreversable),* dimana perubahan-perubahan sifat yang terjadi tetap, sebagai akibat distorsi tata jaring polimer dan perubahan struktur kristalin selulosa. Pengukuran terhadap panjang serat kapas yang direndam dalam larutan soda kostik dari konsentrasi rendah hingga konsentrasi tinggi dan sebaliknya memberikan petunjuk tidak langsung atas hal ini (lihat gambar 7 - 13). Nampak bahwa pengenceran (ditunjukkan oleh kurva dengan arah anak panah ke kiri) tidak dapat mengembalikan serat ke panjangnya semula.

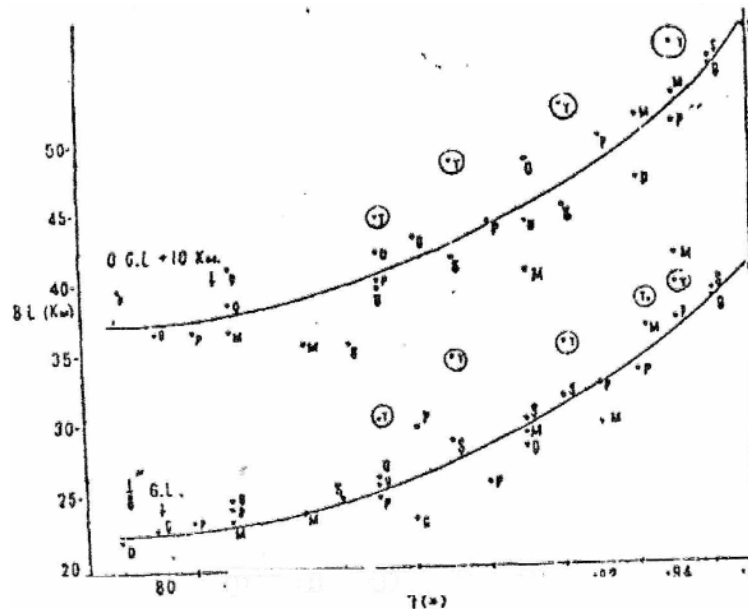
Pengamatan dengan sinar X terhadap serat kapas yang tidak dimerser dan yang dimerser memperlihatkan adanya perubahan struktur kristal dari *Selulosa I* menjadi *Selulosa II* selama proses merserisasi. Tingkat perubahan tersebut sangat ditentukan oleh konsentrasi soda kostik dan pemberian tegangan. Gambar 7 - 14 memperlihatkan hubungan antara tingkat perubahan struktur kristal selulosa dari Selulosa I menjadi Selulosa II dan konsentrasi soda kostik berdasarkan penelitian dilakukan pada linter kapas.

Gambar 8-14
Hubungan Antara Jumlah Relatif Selulosa II pada Linier Kapas dan Konsentrasi Soda Kostik

Tahap perubahan struktur kristal tersebut bila dicermati ternyata menampakkan kesesuaian dengan tahap penggembungan. Nampak jelas bahwa saat permulaan terjadinya perubahan struktur kristal bersamaan waktunya dengan dimulainya penggembungan, yaitu pada konsentrasi sekitar 6 - 7%, dan perubahan berhenti pada saat penggembungan mencapai maksimum konsentrasi 15 - 16%. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa perubahan struktur kristal selulosa ditentukan oleh tingkat penggembungan serat.

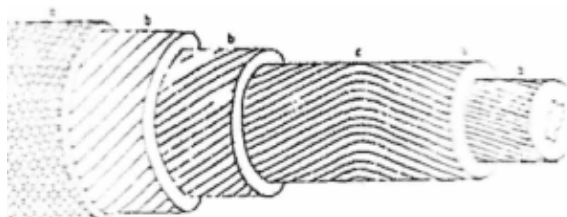
Perubahan total Selulosa I menjadi Selulosa II hanya dimungkinkan bila merserisasi tanpa tegangan. Pada proses dengan tegangan akan didapati campuran selulosa I dan II dengan komposisi tertentu menurut besarnya tegangan yang diberikan.

Perubahan lain yang terjadi akibat penggembungan adalah berkurangnya derajat kristalinitas serat kapas dari sekitar 70% menjadi 50% pada merserisasi tanpa tegangan. Pemberian tegangan akan menaikkan kristalinitas sedikit lebih tinggi daripada yang dikerjakan tanpa tegangan, tetapi tetap masih di bawah kapas non-merser.

Derajat orientasi serat dilaporkan mengalami peningkatan sesuai dengan persen penarikan yang diberikan. Peningkatan bahkan juga dapat diamati pada proses tanpa tegangan (gambar 6 - 15). Pada gambar yang sama dapat diamati pula adanya suatu hubungan tinier antara penarikan dan kekuatan serat yang dinyatakan sebagai panjang saat putus *(breaking length),* dimana kekuatan tarik semua jenis serat kapas yang diuji mengalami kenaikan sesuai dengan besarnya persen penarikan yang diberikan.

Gambar 8-15
Perubahan Derajat Orientasi dan Kekuatan Serat Kapas Terhadap Persen Penarikan

Dari kedua gambar di atas dapat ditarik suatu kesimpulan bahwa kenaikan kekuatan tarik serat kapas pada merserisasi antara lain disebabkan oleh peningkatan derajat orientasinya.

Gambar 8-16 Hubungan Antara Derajat Orientasi dan Kekuatan Serat Kapas

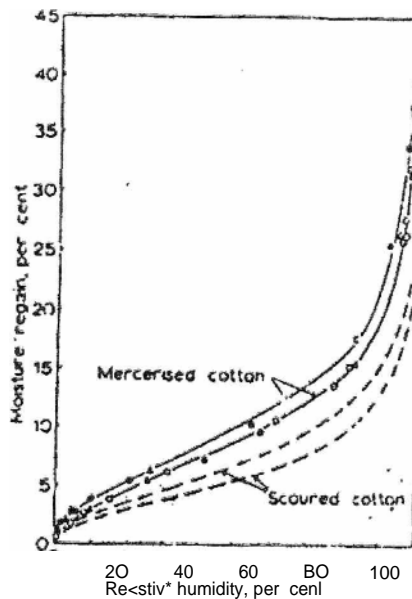
Namun harus diperhatikan bahwa hubungan antara keduanya tidak linier melainkan suatu kurva melengkung seperti nampak pada gambar di atas.

Peningkatan kekutan serat juga dapat dijelaskan melalui pengambatan atas peristiwa *dekonvolusi,* yaitu pembebasan serat kapas diketahui bahwa dekonvolusi berhubungan erat dengan struktur spriral atau fibril serat kapas, dimana titik-titik tempat terjadinya puntiran ternyata bersesuaian dengan titik pembalikan arah spiral *(reversals).* Penelitian juga membuktikan bahwa titik-titik tersebut merupakan salah satu titik lemah serat.

Gambar 8- 17 Struktural Spiral (Fibril) Serat Kapas

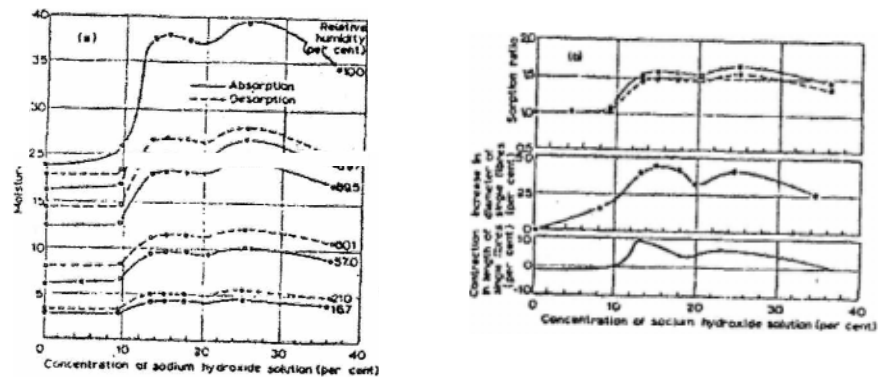
Pembebasan puntiran serat oleh proses merserisasi (melalui penggembungan) menghilangkan titik-titik tersebut sehingga pembebanan gaya-gaya pada serat terdistribusi secara lebih merata. Ini dibuktikan oleh Somashekar melalui pengukuran koefisien keragaman kekuatan dan mulur di sepanjang serat, yang menunjukkan harga lebih kecil pada kapas merser.

8.5 Absorpsi dan Adsorpsi

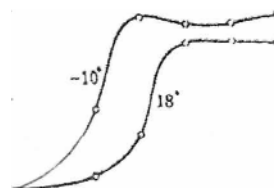
Derajat kristalinitas yang lebih rendah pada kapas merser tentu sama saja artinya dengan bertambah besarnya bagian yang dimasuki, sehingga daya serap dan kereaktifannya terhadap pereaksi-pereaksi kimia (kecuali pereaksi anhidrat) pun betambah besar. Moisture regain, imbibisi air, adsorpsi hidroksida logam dan zat warna serta laju hidrolisa dan oksidasi semuanya meningkat, dan sangat ditentukan oleh kondisi merserisasi seperti suhu, konsentrasi soda kostik, maupun tegangan.

Gambar berikut di bawah ni memperlihatkan perbandingan antara moisture regain kapas merser dan non-merser pada baerbagai kondisi kelembaban udara.

Gambar 8-18
Pengaruh Kelembaban Udara Terhadap Moisture Regain Kapas pada Merserisasi

Dari kurva hubungan antara konsentrasi soda kostik dan moisture regain (gambar 7-19) nampak bahwa peningkatan regain baru terjadi pada konsentrasi 10%, dan ini sesuai dengan rasio penyerapan *(sorption ratio)* dan tingkat penggembungan serat pada gambar di sebelahnya. Rasio penyerapan

maupun regain akan meningkat sejalan dengan bertambah besarnya penggembungan dan berhenti saat penggembungan mencapai maksimum.

Gambar8-19 Hubungan Konsentrasi Soda Kostik dan
Moisture Regain Kapas

Peningkatan tersebut disebabkan oleh bertambah banyaknya gugus hidroksil yang dapat berikatan akibat makin terbukanya struktur kristal selulosa oleh penggembungan. Gugus-gugus tersebut semula tidak dapat dicapai karena berada di tengah-tengah struktur yang rapat. Hubungan antara perubahan struktur kristal dan sifat absorpsi hasil merserissi dapat dibuktikan derigan mengamati penurunan daya absorpsi kapas merser pada pengerjaan dengan air mendidih selama beberapa jam. Pengujian terhadap contoh memperlihatkan penurunan absorpsi sebesar 23% dan struktur kristal yang sama dengan kapas non-merser.

Kapas merser dari proses dengan suhu rendah memiliki daya absorpsi yang lebih besar daripada yang diperoleh dari suhu yang lebih tinggi, sehingga untuk mendapatkan tingkat penyerapan yang sama dibutuhkan lebih sedikit soda kostik.

Gambar 8-20
Pengaruh Suhu Proses Terhadap Absorpsi Kapas Merser Pada Berbagai
Konsentrasi Soda Kostik

Pemberian tegangan selama merserisasi, hingga batas tertentu, akan mencegah disorientasi rantai molekul serat selulosa sehingga derajat orientasi maupun kristalinitasnya menjadi lebih tinggi (daripada yang tanpa tegangan) dan molekul air menjadi lebih sulit untuk masuk ke dalamnya. Ini menjelaskan mengapa absorpsi kapas merser dengan tegangan lebih rendah daripada yang tanpa tegangan. Sejak awal ditemukannya proses ini John Mercer menyadari nilai tambah yang dapat diberikan pada proses-proses yang dikerjakan sesudahnya, termasuk pencelupan. Merserisasi tidak hanya memperbesar adsorpsi serat terhadap zat warna tapi juga memperbesar laju pencelupan. Semakin tinggi konsentrasi soda kostik yang digunakan maka semakin besar pula laju pencelupannya, di mana peningkatan laju tersebut juga akan sangat ditentukan oleh jenis zat warna yang digunakan dan kondisi pencelupan.

Tabel 8 - 3 Adsorpsi Zat Warna pada Berbagai Kondisi Merserisasi

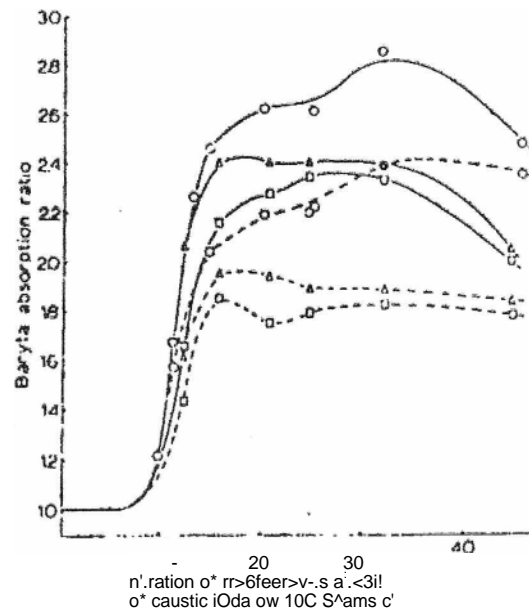
Zat Warna	Perlakuan	Jumlah Zat Warna Terserap (g/100g serat)
Benzopurpurine 4B	Tidak dimerser Merserisasi dengan tegangan Merserisasi tanpa tegangan	1,5 2,9 3-,5
Chlorazol Sky Blue FF	Tidak dimerser Merserisasi dengan tegangan Merserisasi tanpa tegangan	0,15 0,27 0,24

Tabel 8 - 4 Pengaruh Merserisasi Terhadap Laju Pencelupan

Serat	Waktu setengah pencelupan (menit)
Kapas sakel	1,1
Sakel dimerser dengan tegangan	0,25
Kapas Amerika	1,4
Amerika dimerser dengan tegangan	0,35

Peningkatan adsorpsi pada kapas merser digunakan oleh para ahli sebagai dasar bagi pengembangan teknik pengukuran derajat merserissi. AATCC menggunakan barium hidroksida sebagai pereaksi untuk mendapatkan apa yang disebut sebagai angka keaktifan barium atau barium activity number (BAN) sebagai parameter untuk memperkirakan sejauh mana suatu proses merserisasi telah berlangsung pada suatu contoh uji. Angka tersebut

merupakan perbandingan antara absorpsi barium hidroksida oleh kapas merser dan yang tidak dimerser.

Gambar berikut di bawah menyajikan hubungan antara konsentrasi soda kostik dan rasio absorpsi. Mengingat prosedurnya yang panjang dan memakan waktu maka orang tertarik untuk menemukan teknik yang lebih cepat dan mudah. Beberapa di antaranya menggunakan metoda spektroskopi infra merah *(IR spectroscopy)* dan difraksi sinar-X, sementara lainnya menggunakan spektroskopi pada wilayah dekat infra merah *(near-IR spectroscopy)*

Gambar-78- 21

Perubahan Rasio Absorpsi Barium Hidroksida Terhadap Variasi Konsentrasi Soda Kostik

8.6 Merserisasi Panas

Keberhasilan proses merserisasi sangat ditentukan oleh penetrasi soda kostik ke dalam masing-msing helai serat pembentuk benang dan kain, yang merupakan fungsi viskositas larutan, derajat penggembungan sera, waktu proses, dan tegangan. Keadaan bahan juga ikut menentukan laju penetrasi. Kanji, lemak dan malam yang masih terdapat pada kapas grey merupakan penghalang terjadinya pembasahan sempurna sehingga tentu saja penetrasi akan menjadi sangat sulit.

Larutan soda kostik pada suhu rendah dangan konsentrasi seperti yang biasa digunakan untuk merserisasi memiliki viskositas tinggi. Sementara itu penggembungan pada serat kapas, yang berlangsung sangat cepat dan

ekstensif, akibat kontak dengan soda kostik menyebabkan terbentuknya struktur yang lebih rapat di bagian permukaan serat. Sebagai akibatnya penetrsi berlangsung lambat dan tidak merata. Kerataan efek merserisasi menjadi sangat penting terutama bila dikaitkan dengan pencelupan. Oleh karena itu sejak lama para peneliti mencari cara untuk mengatasi masalah ini.

Penambahan pembasah ke dalam larutan merserisasi merupakan salah satu cara yang sejak lama sudah banyak dilakukan oleh orang untuk mempercepat pembasahan serat dan laju penetrasi natrium hidroksida, dan sangat penting artinya pada merserisasi bahan grey. Namun cara ini nampaknya masing kurang efektif, terutama untuk kain-kain tebal dan proses merserisasi berkecepatan tinggi. Lagipula pembasah sebetulnya lebih berfungsi memperbaiki kerataan pemasahan daripada penetrasi. Kelemahan lainnya adalah bahwa pemakaian pembasah mengakibatkan absorpsi preferensial air yang dapat menghambat absorpsi preferensial alkali oleh selulosa, dan tidak memberikan jalan keluar bag! masalah yang timbul akibat lebih rapatnya struktur benang maupun kain karena pemengkeratan.

Proses merserisasi panas dikembangkan terutama untuk menjawab permasalahan tersebut di atas, yaitu mendapatkan efek merserisasi yang lebih merata dan penetrsi soda kostik yang lebih besar dalam waktu lebih singkat. Ini dapat dicapai dengan menurunkan viskositas larutan soda kostik melalui penaikan suhu larutan hingga 60 - 97°C.

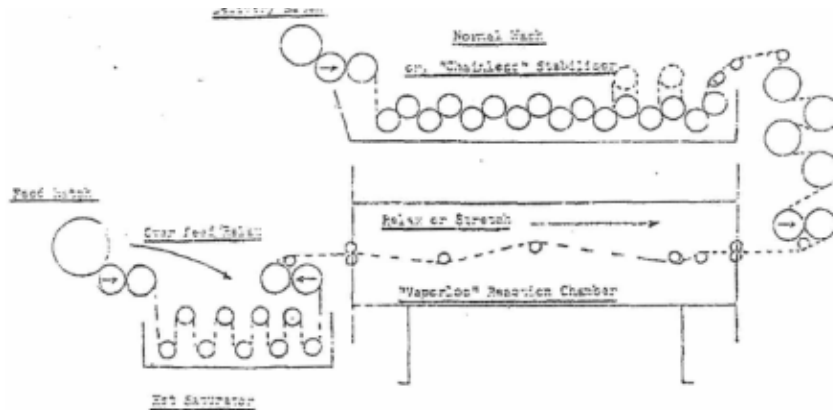
Kerjasama antara Lembaga Penelitian Hungaria dan Mather & Platt Ltd. pada awal tahun 70-an menghasilkan konsep proses merserisasi panas untuk kain tenun maupun rajut dari kapas dan campurannya. Di samping mengatasi persoalan pemakaian zat-zat kimia dan air, energi, inverstasi mesin, dan efisiensi pemanfaatan ruang produksi melalui penggabungan proses penghilangan kanji, pemasakan dan merserisasi.

Kilau, kekuatan tarik, stabilitas dan adsorpsi zat warna yang diperoleh dari merserisasi panas dilaporkan lebih tinggi daripada yang dicapai dengan merserisasi normal. Ini terutama disebabkan oleh dua hal berikut:

- Penetrasi yang menyeluruh ke dalam struktur serat dan kain sehingga bagian selulosa yang termodifikasi pun menjadi lebih besar.
- Pengerjaan pada suhu tinggi membuat kain menjadi lebih plastis sehingga lebih mudah diregangkan (meski harus diingat pula bahwa peregangan di atas batas normal justru akan menurunkan adsorpsi zat warna).

Merserisasi panas dilaporkan juga dapat meningkatkan kemampun kain kembali dari kusutnya, lebih besar daripada yang dicapai dengan merserisasi normal.

Gambar 7-22 menyajikan skema proses merserisasi panas berdasarkan mesin yang dirancang oleh tim peneliti Hungaria dan Mather & Plat Ltd. Kain mula-mula dilewatkan pada bak perendaman berisi larutan soda kostik pada konsentrasi normal (25 - 30%) dan suhu sekitar 97°C. Perendaman

berlangsung selama 5 detik. Selanjutnya kain dilewatkan pada bagian penguapan, atau disebut juga ruak reaksi *(reaction chamber),* dimana kain dalam keadaan tegang ataupun kendur akan dihembus dengan uap panas selama 10 detik pada tekanan 1 Atm atau 3 detik pada tekanan 4 Atm menggunakan unit penguapan tertutup sejenis Vaporloc Chamber.

Gambar 8-22 Diagram Proses Merserisasi Panas

Tahap proses berikutnya adalah pendinginan, dimana kain dilewatkan pada serangkaian silinder pendingin selama 30 detik dan diikuti pencucian awal (penstabilan).

Penelitian tersebut di atas tentu saja bukan merupakan satu-satunya penelitian yang pernah dilakukan sehubungan dengan merserisasi pada suhu tinggi. Sejak akhir tahun 60-an hingga sekitar pertengahan 80-an banyak para ahli yang mengadakan penelitian mengenai merserisasi panas, dan pada umumnya mereka sependapat atas keuntungan-keuntungan yang bisa diperoleh dari proses ini. Di balik semua kelebihannya proses merserisasi panas mengandung resiko lebih besar terjadinya kerusakan serat kapas akibat oksidasi.

8.7 Merserisasi Kain Campuran

Merserisasi kain campuran kapas dan rayon (viskosa, kupramonium maupun asetat) maupun polinosik dilakukan terutama untuk memperbaiki kenampakan kain akibat perbedaan kilau masing-masing jenis serat dan mendapatkan celupan yang rata pada pencelupan *(solid dyeing).* Serat rayon dan polinosik pada umumnya memiliki kilau lebih tinggi tercelup lebih tua daripada kapas.

Keduanya memperlihatkan perilaku yang hampir sama terhadap pengerjaan soda kostik. Dinding luarnya *(kutikel)* yang lebih lemah dan derajat polimerisasi yang lebih rendah dibandingkan kapas membuat rayon maupun polisonik menjadi lebih peka. Kesalahan dalam menetapkan kondisi proses dapat

mengakibatkan diperolehnya efek kaku, kasar, rapuh, bahkan efek seperti pada parchmentising.

Mengingat lemahnya dinding luar serat dan derajat polimerisasinya yang lebih rendah maka penggembungan yang terlalu besar harus dihindari karena dapat mengakibatkan kerusakan, bahkan pelarutan sebagian, pada serat rayon seperti nampak pada gambar 7-22, dimana penggembungan dan pelarutan sebagian mencapai titik maksimumnya pada konsentrasi soda kostik 9-11%.

Perbedaan saat penggembungan maksimum antara rayon dan kapas memungkinkan larutan soda kostik seperti yang biasa digunakan pada merserisasi kapas, yaitu 25 - 30%, untuk mendapatkan efek kilau dan peningkatan daya serap zat warna pada serat kapas tanpa menimbulkan efek yang sama pada komponen rayonnya juga tidak menimbulkan kerusakan.

Pada konsentrasi seperti ini rayon hanya menggembung sedikit dan jauh lebih kecil bila dibandingkan dengan kapas. Namun demikian perlu diperhatikan bahwa pada pencucian dengan air dingin konsentrasi soda kostik pada kain secara bertahap akan turun dan pada saat mencapai 9 - 11% dapat mengakibatkan kerusakan pada rayon. Ini dapat dihindari dengan menggunakan air panas untuk pencucian, atau dengan menambahkan 10% garam dapur ke dalam pencucian.

Pemakaian air panas dapat menurunkan konsentrasi soda kostik pada kain secara cepat sehingga tidak memberi kesempatan terlalu lama terjadinya kerusakan serat. Sedangkan penambahan garam dapur (ataupun garam-garam karbonat dan bikarbonat) menaikkan konsentrasion dalam fase larutan sehingga air cenderung berada dalam fase tersebut untuk mempertahankan kesetimbangan.

Cara lain untuk menghinari kerusakan pada serat rayon adalah dengan menggunakan kalium hidroksida (KOH) pada konsentrasi sekitar 29 - 30%, yaitu konsentrasi yang memungkinakan penggembungan maksimum serat kapas namun tidak mengakibatkan kerusakan pada rayon, dan suhu 15°C. Kalium hidroksida diketahui tidak memiliki kemampuan melarutkan rayon. Karena harganya mahal maka seringkali dilakuan pencampuran kalium hidroksida dan soda kostik dengan komposisi sesuai proporsi masing-masing jenis serat pada kain campuran. Komposisi campuran yang sering digunakan adalah 70 - 80 bagian volume soda kostik 23% dan 30 - 20 bagian volume KOH 28%.

Dengan prinsip yang sama suhu larutan harus diusahakan agar menghasilkan penggembungan minimum pada rayon dan justru sebaliknya bagi kapas. Suhu yang disarankan adalah sekitar 38°C pada merserisasi dengan soda kostik. Waktu pengerjaan harus sesingkat mungkin untuk menghindari pelarutan rayon, dan untuk itu dapat digunakan zat pembasah tahan alkali untuk mempercepat pembasahan dan penetrasi. Salah satu literatur menyarankan waktu kontak sebaiknya tidak lebih dari 90 detik.

8.8 Daur Ulang Soda Kostik

Berdasarkan pertimbangan ekonomis dan lingkungan pemasangan peralatan daur ulang soda kostik menjadi sangat penting artinya bila menyangkut buangan larutan soda kostik dalam jumlah besar yang berasal dari proses merserisasi. Alternatif lain adalah pemakaian kembali proses-proses lain seperti pemasakan, pengelantangan dan pembejanaan pada pencelupan dengan zat warna bejana, asalkan larutan tersebut cukup bersih. Namun demikian merserisasi biasanya menghasilkan larutan dengan konsentrasi yang jauh lebih rendah (3-5%) daripada yang dibutuhkan untuk proses-proses tersebut, sehingga pilihan untuk melakukan daur ulang menjadi nampak lebih menarik.

Pendaurulangan soda kostik umumnya dikerjakan berdasarkan sistem penguapan *(vaporization),* dimana larutan soda kostik yang terkumpul dipanaskan hingga mencapai titik didihnya melalui kontak dengan elemen pemanas. Air akan menguap dan meninggalkan larutan soda kostik yang lebih pekat. Pendaurulangan baru dikatakan memiliki nilai ekonomis bila konsentrasi soda kostik yang dihasilkan tidak kurang dari 20%.

Cara ini tidak dapat dilakukan pada merserisasi grey karena kanji yang berasal dari kain akan menyebabkan pendaurulangan menjadi sulit dan mahal. Akan tetapi penilaian yang dilakukan Universitas Inssbruk, Jerman mengindiksikan beberapa metoda, seperti pengerjaan dengan peroksida, yang dapat dipakai untuk memurnikan larutan yang terkontaminasi seperti pada merserisasi grey.

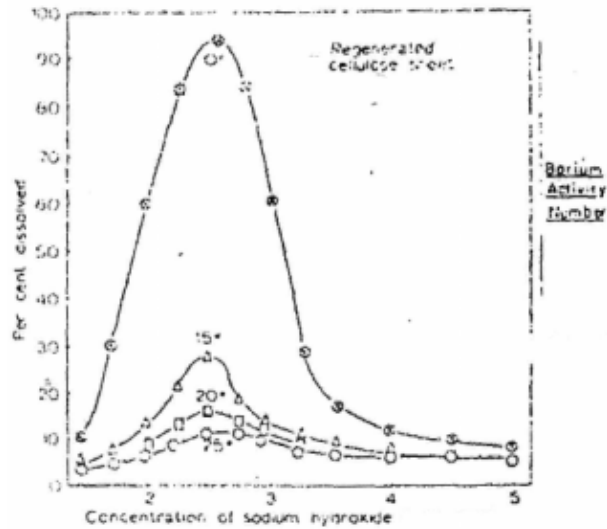
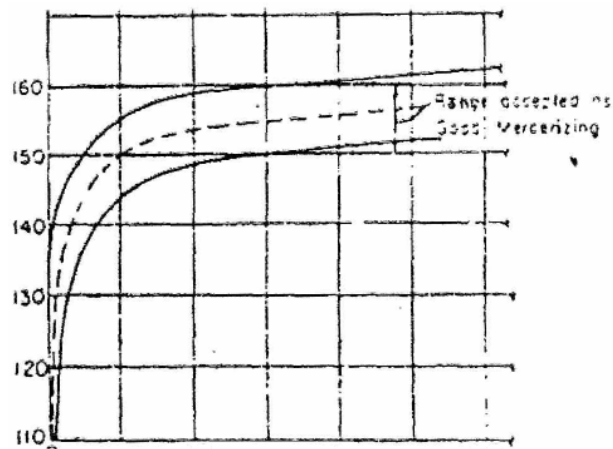
8.9 Penggembungan dengan Amonia Cair

Amonia cair anhidart sudah sejak tahun 1930-an diketahui dapat menggembungkan selulosa dan menghasilkan efek merserisasi pada benang maupun kain kapas seperti yang diperoleh dari pengerjaan dengan soda kostik, namun baru pada pertengahan 60-an proses ini menarik perhatian secara komersil pada saat dikenalkannya proses Prograde (untuk benang) dan Sanfor-Set (untuk kain).

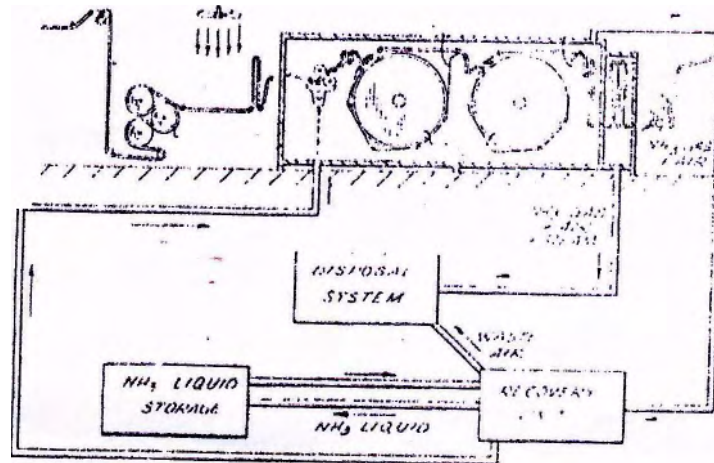
Proses untuk benang dikembangkan oleh J & P Coats semula untuk benang jahit, tapi kemudian juga meliputi benang rajut, pakaian jadi, bahkan benang-benang untuk keperluan industri. Sedangkan Sanfor-Set merupakan hasil kerja Badan Penelitian Tekstil Norwegia, yang kemudian memerikan patennya kepada Tedeco *(Textile Development Company),* sebuah konsorsium industri yang selanjutnya bekerjasama dengan Sanforized Company untuk memasarkannya dengan nama tersebut di atas.

Pada proses prograde benang grey mula-mula dilewatkan tanpa tegangan pada sebuah tabung panjang bersisi amonia cair pada suhu -33°C, dimana benang akan menggembung dan mengkeret ke arah panjangnya. Selanjutnya benang dilewatkan pada bak berisi air panas untuk menguapkan amonia dan pada saat yang sama diregangkan hingga 5 - 7% melebihi panjangnya semula.

Benang lalu digulung (masih dalam keadaan basah) dan dihembus dengan udara panas untuk menghiiangkan sisa amonia dan mengeringkan benang.

Secara keseluruhan prosesnya hanya memakan waktu 1 detik dan memungkinkan tercapainya kapasitas produksi 150 m/menit. Merserisasi semurna (BAN 150 - 160) terbukti sudah dapat dicapai dalam waktu 1 detik.

Gambar 8-23 Penggembungan dan Pelarutan Sebagian Serat Rayon

Gambar 8-24 Pengaruh Waktu Proses Amonia Cair Terhadap Bahan

Sanfor-Set pada dasarnya merupakan kombinasi antara proses amonia cair dan pemengkeratan tekendali (sanforisasi), dan dirancang terutama untuk mendapatkan efek tanpa seterika pada kain-kain yang terbuat dari benang kasar seperti denim atau chambray. Untuk mendapatkan efek yang sama pada kain-kain ringan diperlukan penambahan resin. Kain mula-mula dilewatkan pada rol-rol yang berfungsi menghilangkan lipatan kain dan diikuti pengeringan untuk menghilangkan kandungan air pada bahan atau sekurang-kuranngya tidak melebihi 10% agar tidak mengganggu penyerapan amonia. Setelah melalui kipas pendingin kain masuk ke dalam ruang reaksi dan dilewatkan pada bak berisi amonia cair pada suhu -33°C.

Penghilangan amonia dilakukan dengan kontak antara kain dan dua buah silinder Palmer yang segera diikuti dengan penguapan di sebuah ruang terisolasi untuk menghilangkan sisa amonia yang masih berikatan dengan selulosa (ikatan selulosa amonia mudah putus oleh uap air). Waktu proses berkisar antara 0,6 - 9 detik. Gambar di bawah ini memperlihatkan skema sederhana mesin Sanfor-Set.

Gambar 8-25 Skema Mesin Sanfor-set dan Sistem Daur Ulang Amonia

Ditinjau dari cara penghilangan amonia dari bahan, maka berdasarkan penggolongan yang digunakan Heap, proses Prograde termasuk apa yang disebutnya sebagai "sistem air", sedangkan Sanfor-Set digolongkan sebagai "sistem uap-kering". Heap mendapatkan sistem air menghasilkan benang atau kain yang lebih mendekati kapas merser (dengan soda kostik) bila dibandingkan dengan sistem uap-kering.

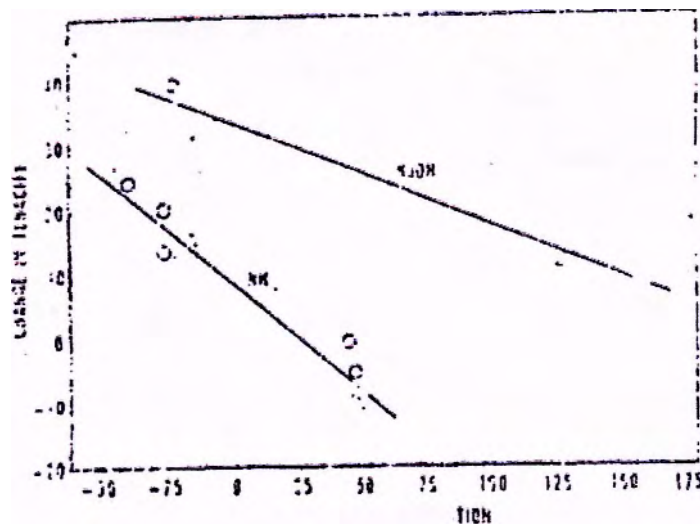
Menurut hasil penelitian Roussele mengenai perubahan struktur kehalusan dan sifat-sifat mekanik serat kapas pada proses amonia penggembungan yang ditimbulkannya lebih kecil daripada merserisasi dengan soda kostik. Kilaunya pun ternyata lebih rendah. Perbedaan kilau juga dapat diamati antara sistem uap dan sistem air, dimana yang pertama menampakkan kilau lebih tinggi.

Amonia cair dan soda kostik mengikuti mekanisme yang berbeda dalam menggembungkan serat selulosa. Interaksi antara amonia dan selulosa menghasilkan senyawa kompleks berikatan hidrogen, sedangkan soda kostik membentuk soda selulosat dengan selulosa. Penggembungan serat kapas pada proses amonia cair menghasilkan Selulosa III, sedangkan merserisasi soda kostik menghasilkan Selulosa II. Pengerjaan dalam keadaan tanpa tegangan dengan amonia maupun soda kostik hanya sedikit menaikkan derajat orientasi fibril terhadap sumbu serat. Peningkatan derajat orientasi tampak lebih jelas pada pengerjaan dengan tegangan. Dalam hal ini pengerjaan dengan soda kostik menghasilkan orientasi yang lebih tinggi pada kapas daripada amonia.

label 7 - 5 menyajikan kekuatan dan mulur serat kapas hasil proses amonia dan soda kostik. Pada proses tanpa tegangan proses amonia cair mengakibatkan penurunan kekuatan, sementara pertambahan mulurnya tidak sebesar yang terjadi pada merserisasi soda kostik. Pemberian tegangan menaikkan kekuatan serat tapi tidak sebesar yang dicapai dengan soda kostik. Peningkatan kekuatan pada kedua proses tersebut diikuti penurunan mulur yang cukup besar.

Tabel 8 - 5
Kekuatan dan Pertambahan Panjang Saat Putus Serat Kapas pada Proses Amonia Cair dan Soda Kostik

Proses	Kondisi	Mikrometer	Kekuatan (g/tex)	Mulur (%)
Kontrol		5,5 2,9	24,8 24,4	7,2 7,4
NH_3	Tanpa tegangan, sistem uap	5,5 2,9	23,5 21,9	10,6 11,0
	Dengan tegangan,	5,5 2,9	24,7 22,4	10,4 11,0
	Tegangan rendah,	5,5 2,9	29,8 28,2	5,3 6,2
	Tegangan Sedang,	5,5 2,9	30,8 31,0	4,3 3,9
	Tegangan rendah,	5,5 2,9	28,2 27,7	5,3 5,9
NaOH	Tanpa tegangan	5,5 2,9	27,8 26,6	16,3 19,1
	Tegangan	5,5 2,9	34,6 32,1	5,5 6,4

Pengamatan atas perubahan struktur kehalusan serat pada proses tanpa tegangan memperlihatkan penurunan derajat kristalinitas dan kerapatan, serta kenaikan moisture regain, aksebilitas deuteriumoksida, dan nilai penyerapan yodium *(iodine soption value)* yang sama natara proses amonia dan soda kostik. Pengecualian terjadi pada proses amonia sistem uap, dimana fraksi amorf dan aksesibilitas deuterium oksidanya sedikit lebih besar dari pada amonia sistem air maupun merserisasi soda kostik, Kesamaan tingkat perubahan struktur kehalusan serat kapas pada kedua proses menunjukkan adanya pemutusan sistem ikatan hidrogen selulosa pada kedua peristiwa penggembungan tersebut. Rouselle menyimpulkan bahwa perbedaan sifat kekuatan serat kapas antara proses amonia dan soda kostik lebih disebabkan oleh lebih besarnya kemampuan soda kostik untuk membebaskan serat dari gaya-gaya tekan internalnya dan mensejajarkan elemen-elemen serat melalui penggembungan yang lebih besar.

Gambar 8-26
Hubungan Kekuatan dan Mulur Serat Kapas pada Proses Amonia Cair dan Soda Kostik

Penelitian yang dilakukan Tomiji Wakida terhadap sifat pencelupan serat kapas hasil proses amonia cair memperlihatkan peningkatan laju pencelupan dengan zat warna direk, meski sesungguhnya peningkatan tersebut masih terlalu kecil dibandingkan dngan penurunan kristalinitas yang terjadi. Laju pencelupan dan koefisien difusi nyatanya sesungguhnya tidak berbeda jauh dari kapas asli, namun jumlah zat warna di dalam serat ternyata mengalami peningkatan yang cukup berarti. Penjelasan yang diberikan sehubungan dengan hal ini adalah bahwa pengerjaan dengan amonia mengakibatkan bertambah banyaknya pori-pori serat, hanya saja ukurannya sangat kecil, sehingga dibutuhkan waktu yang lebih lama bagi zat warna untuk berdifusi melalui pori-pori tersebut.

BAB IX
PENCELUPAN

9.1. Sejarah Pencelupan

Sejak 2500 tahun sebelum masehi pewarnaan pada bahan tekstil telah dikenal di negeri Cina, India dan Mesir. Pada umumnya pewarnaan bahan tekstil dikerjakan dengan zat-zat warna yang berasal dari alam, misalnya dari tumbuh-tumbuhan, binatang dan mineral-mineral. Pencelupan yang mereka lakukan memerlukan waktu yang lama dan sulit. Demikian pula sifat-sifat zat warna alam pada umumnya kurang baik, misalnya jarang diperoleh dalam keadaan murni, kadarnya tidak tetap, warnanya terbatas, sukar pemakaiannya, serta ketahanan atau kecerahannya kurang baik.

Baru pada tahun 1856 William Henry Perkin seorang mahasiswa berkebangsaan Inggris menemukan senyawa Mauvein dari proses oksidasi senyawa anilin tidak murni. Senyawa tersebut merupakan zat warna sintetik pertama kali diketemukan orang, dan merupakan zat warna basa yang dapat mencelup serat-serat binatang secara langsung. Kemudian diikuti penemuan zat warna asam dengan proses pengsulfonan zat warna basa oleh Nicholson pada tahun 1862. Lightfoot pada tahun 1863 mencelup serat kapas dengan senyawa anilin yang dioksidasi di dalam serat, yang kemudian dikenal sebagai zat warna Hitam Anilin.

Berdasarkan pada reaksi diazotasi dan kopeling pada 1865 dibuat zat warna Bismark Brown dengan mereaksikan senyawa antara metafenilen diamina. Reaksi-reaksi tersebut diikuti dengan penemuan pencelupan dengan naftol dan garam diazonium pada 1880 oleh Road dan Holliday, dan pada tahun 1884 dibuat zat warna direk pertama yang disebut Congo Red.

Zat warna belerang diketemukan oleh Raymond Vidal pada tahun 1893 dengan memanaskan senyawa natrium paranitro fenol. Pada tahun 1901 Rene Bohn membuat zat warna bejana Indahthrene Blue. BASF memproduksi zat warna Ergan, yakni zat warna kompleks khrom dari zat warna azo asam salisilat, dan Grisheim Elektron memproduksi naftol AS kira-kira pada tahun 1912 yang kemudian diikuti zat warna Neolan oleh Society of Chemical Industry pada tahun 1915. Zat warna Rapid Fast yang merupakan campuran senyawa naftol dan garam diazonium yang distabilkan diketemukan sekitar tahun 1920. Perkembangan zat warna bejana yang larut muncul pada akhir tahun 1912, setelah diketemukan oleh Bader dan Sunder senyawa Indogosol, zat warna untuk mencelup serat-serat hidrofob dikembangkan oleh ICI, dengan diproduksinya zat warna Solacet pada tahun 1936. Kemudian kemajuan zat warna sintetik lebih menonjol lagi setelah diketemukannya zat warna reaktif untuk serat selulosa pada tahun 1956 oleh Imperial Chemical Industry dengan nama dagang Procion.

Pada waktu sekarang hampir semua pewarnaan bahan tekstil dikerjakan dengan zat-zat warna sitentik, karena sifat-sifatnya yang jauh lebih baik dari zat-zat warna alam, misalnya mudah diperoleh komposisi yang tetap, mempunyai aneka warna yang banyak dan mudah cara pemakaiannya.

9.2. Teori Pencelupan

Pencelupan pada umumnya terdiri dari melarutkan atau mendispersikan zat warna dalam air atau medium lain, kemudian memasukkan bahan tekstil ke dalam larutan tersebut sehingga terjadi penyerapan zat warna ke dalam serat. Penyerapan zat warna ke dalam serat merupakan suatu reaksi eksotermik dan reaksi keseimbangan. Beberapa zat pembantu misalnya garam, asam, alkali atau lainnya ditambahkan ke dalam larutan celup dan kemudian pencelupan diteruskan hingga diperoleh warna yang dikehendaki.
Vickerstaf menyimpulkan bahwa dalam pencelupan terjadi tiga tahap :
Tahap pertama merupakan molekul zat warna dalam larutan yang selalu bergerak, pada suhu tinggi gerakan molekul lebih cepat kemudian bahan tekstil dimasukkan ke dalam larutan celup.

Serat tekstil dalam larutan bersifat negatif pada permukaannya sehingga dalam tahap ini terdapat dua kemungkinan yakni molekul zat warna akan tertarik oleh serat atau tertolak menjauhi serat. Oleh karena itu perlu penambahan zat-zat pembantu untuk mendorong zat warna lebih mudah mendekati permukaan serat. Peristiwa tahap pertama tersebut sering disebut zat warna dalam larutan.

Dalam tahap kedua molekul zat warna yang mempunyai tenaga yang cukup besar dapat mengatasi gaya-gaya tolak dari permukaan serat, sehingga molekul zat warna tersebut dapat terserap menempel pada permukaan serat. Peristiwa ini disebut adsorpsi.

Tahap ketiga yang merupakan bagian yang terpenting dalam pencelupan adalah penetrasi atau difusi zat warna dari permukaan serat ke pusat. Tahap ketiga merupakan proses yang paling lambat sehingga dipergunakan sebagai ukuran untuk menentukan kecepatan celup.

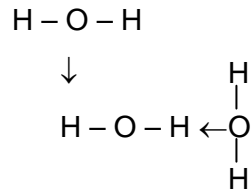
9.2.1 Gaya-gaya Ikat pada Pencelupan

Agar supaya pencelupan dan hasil celupan baik dan tahan cuci maka gaya-gaya ikat antara zat warna dan serat harus lebih besar dari pada gaya-gaya yang bekerja antara zat warna dan air. Hal tersebut dapat tercapai apabila molekul zat warna mempunyai susunan atom-atom yang tertentu, sehingga akan memberikan daya tembus yang baik terhadap serat dan pula memberi ikatan yang kuat.

Pada dasarnya dalam pencelupan terdapat empat jenis gaya ikat yang menyebabkan adanya daya tembus atau tahan cuci suatu zat warna pada serat, yaitu :

– Ikatan hidrogen

Ikatan hidrogen merupakan ikatan sekunder yang terbentuk karena atom hidrogen pada gugusan hidroksi atau amina mengadakan ikatan yang lemah dengan atom lainnya, misalnya molekul-molekul air yang mendidih pada suhu yang jauh lebih tinggi daripada molekul-molekul senyawa alkana dengan berat yang sama.

```
H – O – H
    ↓           H
                |
    H – O – H ←–O
                |
                H
```

Pada umumnya molekul –molekul zat warna dan serat mengandung gugusan-gugusan yang memungkinkan terbentuknya ikatan hidrogen.

– Ikatan elektrovalen

Ikatan antara zat warna dan serat yang kedua merupakan ikatan yang timbul karena gaya tarik-menarik antara muatan yang berlawanan. Dalam air serat-serat bermuatan negatif sedangkan pada umumnya zat warna yang larut merupakan suatu anion sehingga penetrasi akan terhalang.

Oleh karena itu perlu penambahan zat-zat yang berfungsi menghilangkan atau mengurangi sifat negatif dari serat atau zat warna, sehingga zat warna dan serat dapat lebih saling mendekat dan gaya-gaya non polar dapat bekerja lebih baik. Maka pada pencelupan serat-serat selulosa perlu penambahan elektrolit, misalnya garam dapur atau garam glauber dan pada pencelupan serat wol atau poliamida perlu penambahan asam. Untuk pencelupan serat wol dapat digambarkan sebagai berikut :

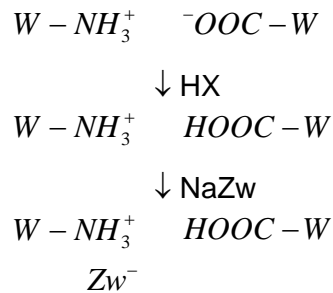
$W - NH_3^+ \quad {}^-OOC - W$

↓ HX

$W - NH_3^+ \quad HOOC - W$

↓ NaZw

$W - NH_3^+ \quad HOOC - W$

Zw^-

Keterangan :
W = Serat wol
HX = Molekul asam
NaZw = Molekul zat warna

Gugusan amina dan karboksil pada serat wol di dalam larutan akan terionisasi. Bila ke dalamnya ditambahkan suatu asam maka ion hidrogen langsung diserap oleh wol dan menetralkan ion karboksilat sehingga serat wol akan bermuatan positif yang kemudian langsung menyerap anion asam.

Pada tahap selanjutnya anion zat warna yang berkerak lebih lambat karena molekul lebih besar akan masuk ke dalam serat dan mengganti kedudukan anion asam. Hal tersebut mungkin sekali terjadi karena selain penarikan oleh muatan yang berlawanan juga terjadi gaya-gaya non-polar.

- Gaya-gaya non polar

Pada umumnya terdapat kecenderungan bahwa atom-atom atau molekul-molekul satu dan lainnya saling tarik menarik. Pada proses pencelupan daya tarik antara zat warna dan serat akan bekerja lebih sempurna bila molekul-molekul zat warna tersebut berbentuk memanjang dan datar, atau antara molekul zat warna dan serat mempunyai gugusan hidrokarbon yang sesuai sehingga waktu pencelupan zat warna ingin lepas dari air dan bergabung dengan serat. Gaya-gaya tersebut sering disebut gaya-gaya Van der Waals yang mungkin merupakan gaya-gaya dispersi, London ataupun ikatan hidrofob.

- Ikatan kovalen

Zat warna reaktif terikat pada serat dengan ikatan kovalen yang sifatnya lebih kuat dari pada ikatan-ikatan lainnya sehingga sukar dilunturkan. Meskipun demikian dengan pengerjaan larutan asam atau alkali yang kuat beberapa celupan zat warna reaktif akan meluntur.

9.2.2 Kecepatan Celup

Perjalanan zat warna melalui pori-pori di dalam serat yang sempit dan demikian pula struktur benang atau kain yang mampat akan menahan kecepatan celup. Kecepatan celup seringkali dinyatakan dengan waktu setengah celup yakni waktu yang dibutuhkan untuk mencelup bahan tekstil dengan jumlah zat warna yang terserap setengah dari zat warna yang terserap pada keadaan setimbang. Kelanjutan perembesan zat warna masuk ke dalam serat ditentukan oleh koefisien difusinya yang dapat didefinisikan sebagai bilangan yang menunjukkan jumlah zat warna yang melalui sesuatu luas dan waktu yang tertentu pada gradien konsentrasi yang telah dipastikan.

Dalam praktek sifat-sifat zat warna yang memberikan pencelupan yang sangat cepat ataupun sangat lambat tidak dikehendaki. Pencelupan yang sangat cepat mempunyai kecenderungan sukar rata, sedangkan pencelupan yang sangat lambat akan menambah biaya-biaya pengerjaan dan sering mudah merusak serat yang dicelup. Oleh karena itu ahli celup harus mampu menggunakan beberapa sarana untuk mengatur agar supaya kecepatan celup dalam sesuatu proses pencelupan menjadi optimum. Sarana tersebut mungkin merupakan pengaturan suhu celup atau penambahan zat-zat kimia yang membantu agar diperoleh hasil celupan yang baik.

9.2.3 Pengaruh Perubahan Suhu

Suhu dalam pencelupan memberikan pengaruh-pengaruh sebagai berikut :

- Mempercepat pencelupan

- Menurunkan jumlah zat warna yang terserap
- Mempercepat migrasi yakni perataan zat warna dari bagian-bagian yang tercelup tua ke bagian-bagian yang tercelup lebih muda hingga terjadi kesetimbangan
- Mendorong terjadinya reaksi antara serat dan zat warna pada pencelupan zat warna reaktif.

Pengaruh suhu yang berlawanan, misalnya antara kecepatan celup dan daya tembus pada umumnya tidak mudah diamati dengan pasti di dalam praktik, biasanya apabila suhu celup dinaikkan tampak bahwa hasil celupan akan lebih tua. Dalam hal ini memang demikian karena kecepatan celup sudah bertambah besar sedangkan kesetimbangan celup masih jauh dapat dicapai.

9.2.4 Pengaruh Bentuk dan Ukuran Molekul Zat Warna

Bentuk dan ukuran sesuatu molekul zat warna mempunyai pengaruh yang penting terhadap sifat-sifat dalam pencelupan, misalnya :

- Daya tembus

Molekul-molekul zat warna yang datar memberikan daya tembus pada serat, tetapi setiap penambahan gugusan kimia yang merusak sifat datar molekul tersebut akan mengakibatkan daya tembus zat warna berkurang.

- Kecepatan celup

Besar serta kelangsingan atau penambahan sesuatu zat warna akan mempengaruhi kecepatan celupnya. Molekul zat warna yang memanjang mempunyai daya untuk melewati pori-pori dalam serat lebih baik dari pada molekul-molekul yang melebar.

- Ketahanan

Pada sederetan zat warna asam yang mempunyai gugusan pelarut yang sama jumlahnya, ketahanan cucinya sebagian besar ditentukan oleh berat molekul atau ukuran besar molekulnya. Molekul yang besar akan mempunyai ketahanan cuci yang lebih baik.

9.3 Zat Warna

9.3.1 Klasifikasi Zat Warna

Zat warna dapat digolongkan menurut cara diperolehnya, yaitu zat warna alam dan zat warna sintetik. Berdasarkan sifat pencelupannya, zat warna dapat digolongkan sebagai zat warna substantif, yaitu zat warna yang langsung dapat mewarnai serat dan zat warna ajektif, yaitu zat warna yang memerlukan zat pembantu pokok untuk dapat mewarnai serat.
Berdasarkan warna yang ditimbulkan zat warna digongkan menjadi zat warna monogenetik yaitu zat warna yang hanya memberikan arah satu warna dan zat warna poligenetik yaitu zat warna yang memberikan beberapa arah warna.

Penggolongan lainnya adalah berdasarkan susunan kimia atau inti zat warna tersebut, yaitu zat warna – nitroso, mordan, belerang, bejana, naftol, dispersi dan reaktif.

9.3.2 Syarat-syarat Zat Warna

Yang dimaksud dengan zat warna ialah semua zat berwarna yang mempunyai kemampuan untuk dicelupkan pada serat tekstil dan memiliki sifat ketahanan luntur warna (*permanent*). Jadi sesuatu zat dapat berlaku sebagai zat warna, apabila :

- Zat warna tersebut mempunyai gugus yang dapat menimbulkan warna (*chromofor*), misalnya : nitro, nitroso, dan sebagainya.
- Zat warna tersebut mempunyai gugus yang dapat mempunyai afinitas terhadap serat tekstil auxsochrom misalnya amino, hidroksil dan sebagainya.

Zat-zat seperti cat tembok, cat besi, bahan pewarna kue walaupun berwarna karena tidak mempunyai afinitas (kemampuan mengadakan ikatan) terhadap serat tekstil tidak dapat digolongkan sebagai zat warna. Di dalam perdagangan zat warna itu mempunyai nama yang bermacam-macam, bergantung kepada jenis dan pabrik pembuatnya. Pada dasarnya cara pemberian nama suatu zat warna mengandung 3 pengertian pokok, yaitu :

1. Nama pokok, yang menunjukkan golongan zat warna dan pabrik pembuatnya, misalnya Procion, adalah zat warna reaktif buatan I.C.I.
2. Warna, yang menunjukkan warna dari zat warna tersebut, misalnya Yellow, Red dan sebagainya.
3. Satu atau lebih huruf/angka yang menunjukkan arah warna, konsentrasi, mutu atau cara pamakaiannya, misalnya M X R, yang berarti :
   M – jenis zat warna Procion dingin
   X – pemakaian dengan cara perendaman (*exhaustion*)
   R – arah warna kemerahan

9.3.3 Pemilihan Zat Warna untuk Serat Tekstil

Perkembangan yang pesat dari industri tekstil akan mengakibatkan meningkatnya kebutuhan bahan zat warna yang berguna untuk mewarnai bahan-bahan tekstil. Dewasa ini dipergunakan bermacam-macam jenis zat warna bergantung pada jenis serat yang akan diwarnai macam warna, tahan luntur yang diinginkan, faktor-faktor teknis dan ekonomis lainnya. Di dalam praktik zat warna tekstil tidak digolongkan berdasarkan struktur kimianya, melainkan berdasarkan sifat-sifat pencelupan maupun cara penggunaannya.

Zat-zat warna tersebut dapat digolongkan sebagai berikut :

- Zat warna asam

Zat warna ini merupakan garam natrium dari asam-asam organik misalnya asam sulfonat atau asam karboksilat. Zat warna ini dipergunakan dalam

suasana asam dan memiliki daya tembus langsung terhadap serat-serat protein atau poliamida.

– Zat warna basa

Zat warna ini umumnya merupakan garam-garam khlorida atau oksalat dari basa-basa organik, misalnya basa amonium, oksonium dan sering pula merupakan garam rangkap dengan seng khlorida.
Oleh karena khromofor dari zat warna ini terdapat pada kationnya maka zat warna ini kadang-kadang juga disebut zat warna kation. Warna-warnanya cerah tetapi tahan luntur warnanya kurang baik. Zat warna ini mempunyai daya tembus langsung terhadap serat-serat protein.
Beberapa zat warna basa yang telah dikembangkan dapat juga dipergunakan untuk mewarnai serat poliakrilat. Pada serat tersebut zat warna basa memiliki tahan luntur dan tahan sinar yang lebih baik.

– Zat warna direk

Zat warna ini menyerupai zat warna asam, yakni merupakan garam natrium dari asam sulfonat dan hampir seluruhnya merupakan senyawa-senyawa azo. Zat warna ini mempunyai daya tembus langsung terhadap serat-serat selulosa, maka kadang-kadang juga disebut zat warna substanstif.
Meskipun zat warna ini dapat dipergunakan untuk mewarnai serat-serat protein tetapi jarang dipergunakan untuk maksud tersebut. Golongan zat warna ini memiliki macam warna yang cukup banyak, tetapi tahan luntur warnanya kurang baik.

– Zat warna mordan dan kompleks logam

Zat warna ini tidak mempunyai daya tembus terhadap serat-serat tekstil, tetapi dapat bersenyawa dengan oksida-oksida logam yang dipergunakan sebagai mordan, membentuk senyawa yang tidak larut dalam air. Zat warna mordan asam dipergunakan untuk mewarnai serat-serat wol atau poliamida seperti halnya zat warna asam tetapi memiliki tahan luntur yang baik.
Zat warna kompleks logam merupakan perkembangan terakhir dari zat warna mordan. Dalam pencelupan dengan zat warna mordan timbul kesukaran karena terjadinya perubahan warna yang diakibatkan oleh senyawa-senyawa logam. Untuk mengatasi kesulitan tersebut zat warna kompleks logam dibuat dengan mereaksikan khrom dengan molekul-molekul zat warna.

– Zat warna belerang

Zat warna ini merupakan senyawa organik kompleks yang mengandung belerang pada sistim khromofornya dan gugusan sampingnya yang berguna dalam pencelupan. Zat warna ini terutama digunakan untuk serat-serat selulosa untuk mendapatkan tahan luntur warna terhadap pencucian dengan nilai yang baik tetapi dengan biaya yang rendah. Warna-warna yang dihasilkan oleh zat warna ini biasanya suram.

– Zat warna bejana

Zat warna ini tidak larut dalam air tetapi dapat dirubah menjadi senyawa leuco yang larut dengan penambahan senyawa reduktor natrium hidrosulfit dan natrium hiroksida.

Serat-serat selulosa mempunyai daya serap terhadap senyawa leuko tersebut, yang setelah diserap oleh serat dapat dirubah menjadi bentuk pigmen yang tidak larut lagi dalam air dengan menggunakan senyawa oksidator. Untuk mempermudah cara pemakaiannya zat warna ini telah dikembangkan menjadi zat warna bejana yang larut dengan cara mengubah strukturnya menjadi garam natrium dari ester asam sulfat. Zat warna yang larut ini dapat dikembalikan ke dalam struktur aslinya di dalam serat dengan cara oksidasi dalam suasana asam.

– Zat warna dispersi

Zat warna ini tidak larut dalam air tetapi mudah didispersikan atau disuspensikan dalam air. Dalam perdagangan dijual sebagai bubuk. Zat warna ini digunakan untuk mewarnai serat-srat yang bersifat hidrofob.

– Zat warna reaktif

Zat warna ini dapat bereaksi dengan selulosa atau protein sehingga memberikan tahan luntur warna yang baik. Reaktifitas zat warna ini bermacam-macam, sehingga sebagian dapat digunakan pada suhu rendah sedangkan yang lain harus digunakan pada suhu tinggi.

– Zat warna naftol

Zat warna ini merupakan zat warna yang tidak larut dan terbentuk di dalam serat dari dua komponen pembentuknya. Golongan zat warna ini terutama untuk mewarnai serat selulosa dengan warna-warna cerah terutama warna merah. Ketahanannya baik kecuali tahan gosoknya.

– Zat warna pigmen

Zat warna ini tidak larut dalam air dan tidak mempunyai daya tembus terhadap serat tekstil. Dalam pemakaiannya zat warna ini dicampur dengan resin sebagai pengikat. Oleh karena zat warna tersebut menempel pada serat dengan adanya resin sebagai pengikat, hal ini mengakibatkan pegangan kainnya menjadi kaku dan tahan gosoknya kurang baik.

– Zat warna oksidasi

Pada prinsipnya zat warna ini merupakan suatu senyawa antara dengan berat molekul rendah, yang dicelupkan dan kemudian dioksidasikan dalam serat dalam suasana asam untuk membentuk molekul berwarna yang lebih besar dan tidak larut.

Di antara zat warna yang masih digunakan adalah Hitam Anilin terutama untuk pencapan.

Dari uraian tersebut di atas jelaslah bahwa tiap-tiap jenis zat warna mempunyai kegunaan tertentu dan sifat-sifat yang tertentu pula. Pemilihan zat warna yang akan dipakai bergantung pada bermacam-macam faktor antara lain :

1. Jenis serat yang diwarnai
2. Macam warna yang dipilih dan warna-warna yang tersedia di dalam jenis zat warna
3. Tahan luntur warna yang diinginkan

4. Peralatan produksi yang tersedia dan
5. Biaya

Lihat tabel 8-1 menggambarkan pemakaian zat warna untuk pencelupan dan pencapan bahan tekstil.

9.4 Mekanisme Pencelupan

Pencelupan pada umumnya terdiri dari melarutkan atau mendispersikan zat warna dalam air atau medium lain, kemudian memasukkan bahan tekstil ke dalam larutan tersebut, sehingga terjadi penyerapan zat warna ke dalam serat.
Penyerapan ini terjadi karena reaksi eksotermik (mengeluarkan panas) dan keseimbangan. Jadi pada pencelupan terjadi tiga peristiwa penting, yaitu :

1. Melarutkan zat warna dan mengusahakan agar larutan zat warna bergerak menempel pada bahan. Peristiwa ini disebut migrasi.
2. Mendorong larutan zat warna agar dapat terserap menempel pada bahan. Peristiwa ini disebut adsorpsi.
3. Penyerapan zat warna dari permukaan bahan ke dalam bahan. Peristiwa ini disebut difusi, kemudian terjadi fiksasi.
4. Pada tahap ini diperlukan bantuan luar, seperti : menaikkan suhu, menambah zat pembantu lain seperti garam dapur, asam dan lain-lain.

Baik tidaknya hasil pencelupan sangat ditentukan oleh ketiga tingkatan pencelupan tersebut. Apabila zat warna terlalu cepat terfiksasi maka kemungkinan diperoleh celupan yang tidak rata.

Sebaliknya, apabila zat warna memerlukan waktu yang cukup lama untuk fiksasinya, agar diperoleh waktu yang sesuai dengan yang diharapkan, diperlukan peningkatan suhu atau penambahan zat-zat pembantu lainnya.

Berdasarkan hal-hal tersebut di atas, maka dalam pencelupan faktor-faktor pendorong seperti suhu, penambahan zat pembantu dan lamanya pencelupan perlu mendapatkan perhatian yang sempurna.
Zat warna dapat terserap ke dalam bahan sehingga mempunyai sifat tahan cuci.

9.5 Percampuran Warna dan Tandingan Warna

Warna merupakan suatu bagian yang sangat penting dalam kehidupan sehari-hari. Di dalam penyempurnaan tekstil, warna merupakan masalah penting yang harus dipahami. Untuk memperoleh suatu warna tertentu, kadang-kadang harus dilakukan percampuran warna (*colour mixing*).

Dengan demikian maka untuk memperoleh warna tersebut, perlu dilakukan tandingan warna (colour matching) yang diperoleh dengan jalan mengukur-mengetahui komponen warna yang ada dalam warna yang harus dicari tersebut, dan kemungkinannya penggunaan beberapa warna dari suatu zat warna.

Oleh karena itu percampuran warna dan tandingan warna dalam dunia tekstil merupakan suatu seni tersendiri yang tidak kalah menariknya bila dibandingkan dengan percampuran warna dalam seni lukis, fotografi, dekorasi rumah dan lain-lain. Untuk memahami percampuran warna dan tandingan warna, maka perlu dipahami pengetahuan tentang warna dengan berbagai aspek yang ditimbulkannya berikut zat warnanya.

Tabel 9 – 1
Pencelupan Berbagai Serat Tekstil dengan Berjenis-jenis Zat Warna

No.	Jenis Serat / Zat Warna	Serat Selulosa	Serat Protein	Serat Asetat	Serat Poliamida	Serat Poliakrilat	Serat Poliester
1	Asam		+		+	(+)	
2	Basa	(+)	+	(+)		+	
3	Direk	+	(+)		(+)		
4	Mordan		+				
5	Kompleks Logam		+		+	(+)	
6	Naftol	+		(+)		(+)	(+)
7	Reaktif	+	+		+		
8	Belerang	+	(+)				
9	Bejana	+	(+)				(+)
10	Bejana Larut	+	+				
11	Oksidasi	+					
12	Dispersi			+	+	+	+
13	Pigmen	+	+	+	+	+	+

9.5.1 Teori Warna

Warna dapat dibahas dari beberapa segi ilmu pengetahuan, antara lain dari segi fisika, fisiologi dan psikologi.
Pembahasan mengenai masalah warna menyangkut beberapa hal yang meliputi :

1. Cahaya matahari
   Matahari sebagai sumber cahaya, menghasilkan cahaya tampak, yaitu yang dapat ditangkap oleh mata dan cahaya tidak tampak, yaitu cahaya yang tidak dapat ditangkap oleh mata. Cahaya tampak, terdiri dari cahaya dengan panjang gelombang tertentu, 400 sampai 700 mm, dengan frekuensi dan suhu yang berbeda-beda, sehingga memberikan kesan warna yang berbeda-beda.

2. Cahaya berwarna yang berasal dari lampu berwarna.
3. Warna yang berupa pigmen seperti zat warna, cat, tinta dan sebagainya.
4. Sifat fisik yang berbeda antara cahaya dengan pigmen berwarna. Mencampur cahaya yang berwarna, akan mendapatkan hasil yang berbeda dengan apabila mencampur pigmen yang berwarna.
5. Pengaruh cahaya terhadap pigmen berwarna.
   Pengetahuan ini digunakan sebagai dasar untuk mempelajari pemberian warna pada bahan tekstil, agar tetap terlihat menarik pada siang maupun malam hari.
6. Mata, yang merupakan salah satu perangsang untuk dapat melihat warna.
7. Pengaruh warna terhadap susunan optik, misalnya warna yang gelap akan memberi kesan sempit, sedang warna terang memberi kesan luas.
8. Pengaruh psikologi warna
   Warna biru misalnya dapat menimbulkan kesan tenang, sedang warna merah memberi kesan menggelisahkan. Warna-warna tertentu memberi kesan antik dan warna lain memberi kesan modern.

9.5.2 Besaran Warna

Untuk menyatakan suatu warna diperlukan tiga besaran pokok, yaitu :
1. Corak warna atau *hue*, misalnya merah, biru, kuning.
2. Kecerahan atau *value*, yaitu besaran yang menyatakan tua mudanya warna, misalnya : merah muda, merah tua.
3. Kejenuhan atau *chroma*, adalah derajat kemurnian suatu warna, misalnya merah anggur, merah hati, merah darah dan sebagainya

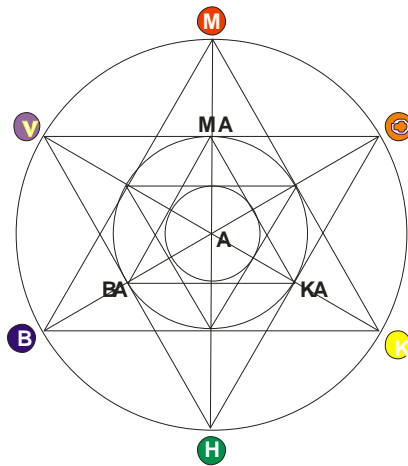
9.5.3 Tujuan Percampuran Warna dan Tandingan Warna

Di dalam bidang penyempurnaan tekstil, warna dapat diperoleh dengan jalan pencelupan atau pencapan, menggunakan warna tunggal atau warna campuran dari suatu zat warna.

Penggunaan warna tunggal tentunya akan sangat menguntungkan karena dapat diperoleh dalam waktu yang relatif cepat. Akan tetapi karena keterbatasan corak warna dari warna-warna tunggal, maka seringkali dilakukan percampuran warna.

Demikian halnya apabila harus meniru sesuatu corak warna tertentu, maka diperlukan kemampuan pengamat untuk menduga komposisi dari corak warna tersebut berikut jenis zat warna yang harus digunakan.
Selain itu dengan percampuran warna akan dapat dihemat pemakaian zat warnanya.

9.5.4 Dasar-dasar Percampuran Warna

Dasar-dasar percampuran warna dapat digambarkan sebagai berikut :

Gambar 9 – 1
Lingkaran Warna

Keterangan :

M	-	Merah
O	-	Jingga
K	-	Kuning
H	-	Hijau
B	-	Biru
V	-	Ungu
MA	-	Merah Abu-Abu
KA	-	Kuning Abu-Abu
BA	-	Biru Abu-Abu
A	-	Abu-Abu

– Warna primer

Warna primer terdiri dari warna merah, biru dan kuning. Warna-warna tersebut tidak dapat dibuat dengan cara percampuran beberapa warna Percampuran dari warna-warna primer akan menghasilkan warna abu-abu pekat atau hitam.

– Warna sekunder

Warna sekunder terdiri dari warna oranye (jingga), ungu dan hijau, diperoleh dengan cara mencampur dua warna primer yang sama kuat.

M (merah) + K (kuning)	= O (jingga)
M (merah) + B (biru)	= U (ungu)
B (biru) + K (kuning)	= H (hijau)

– Warna tersier

M (merah) + O (jingga)	= MO	(merah jingga)
K (kuning) + O (jingga)	= KO	(kuning jingga)
H (hijau) + B (biru)	= HB	(hijau biru)
B (biru) + U (ungu)	= BU	(biru ungu)
U (ungu) + M (merah)	= UM	(ungu merah)

– Warna komplemen

Warna komplemen adalah warna yang terletak berhadapan di dalam lingkaran warna. Percampurannya akan menghasilkan warna abu-abu atau hitam.

B (biru) + O (jingga)	= A (abu-abu)
M (merah) + H (hijau)	= A (abu-abu)
U (ungu) + K (kuning)	= A (abu-abu)
U+O =(B+M)+(M+K) `	= M+(M+K+B) = MA
U+H =(B+M)+(B+K)	= B+(M+K+B) = BA

9.6. Pencelupan dengan Zat Warna Direk

Zat warna direk dikenal juga sebagai zat warna substantif, mempunyai afinitas yang tingi terhadap serat selulosa. Beberapa diantaranya dapat mencelup serat protein, seperti wol dan sutra.

Nama dagang zat warna direk adalah :

– Benzo (Bayer)
– Diazol (Francolor)
– Solar (Sandoz)
– Cuprophenyl (Ciba Geigy)
– Direct (Sumitomo)
– Chlorasol (I.C.I)

9.6.1. Sifat-sifat

Zat warna direk termasuk golongan zat warna yang larut dalam air. Sifat utama dari zat warna direk adalah ketahanan cucinya kurang baik, ketahanan sinarnya cukup, beberapa di antaranya cukup baik.
Untuk memperbaikinya sesudah pencelupan sering dilanjutkan dengan pengerjaan iring. Selain itu zat warna direk juga tidak tahan terhadap oksidasi dan reduksi. Kerataan pencelupannya berbeda-beda, sehingga zat warna direk dapat digolongkan menjadi 3 golongan yaitu :

Golongan A
Zat warna direk yang termasuk golongan ini mudah bermigrasi, sehingga mempunyai daya perata yang tinggi. Pada permulaan pencelupannya mungkin tidak rata akan tetapi dengan pendidihan yang cukup akan diperoleh hasil pencelupan yang rata.

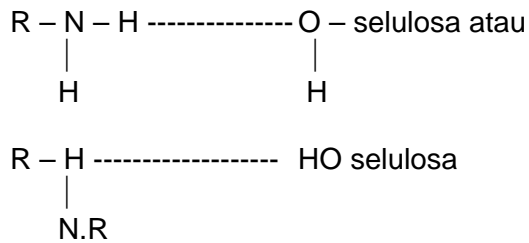
Golongan B
Zat warna direk yang termasuk golongan ini mempunyai daya perata yang rendah, sehingga pada penyerapannya perlu diatur dengan penambahan suatu elektrolit. Apabila pada permulaan pencelupannya memberikan hasil yang kurang rata, maka akan sulit untuk memperbaikinya.

Golongan C
Zat warna direk yang termasuk golongan ini mempunyai daya perata yang rendah dan sangat peka terhadap elektrolit. Penyerapan sangat baik walaupun tanpa penambahan elektrolit, akan tetapi perlu pengaturan suhu pencelupan.

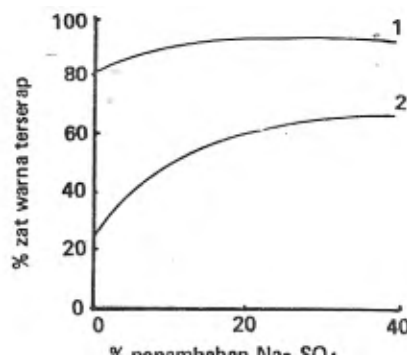
9.6.2. Mekanisme Pencelupan

Serat selulosa tidak mengandung gugus polar yang dapat mengadakan suatu ikatan dengan zat warna direk, sehingga antara zat warna direk dengan selulosa merupakan ikatan yang disebabkan oleh gaya fisika saja. Selain itu terjadi juga ikatan hidrogen antara gugus hidroksil dalam molekul serat selulosa dengan gugusan amina pada zat warna direk, seperti reaksi berikut :

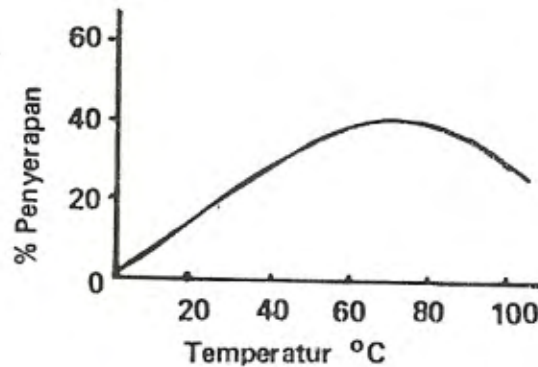
```
R – N – H --------------- O – selulosa atau
    |                     |
    H                     H

R – H -------------------  HO selulosa
    |
    N.R
```

9.6.3. Faktor-faktor yang Berpengaruh

9.6.3.1. Pengaruh Elektrolit

Penambahan elektrolit ke dalam larutan celup akan menambah penyerapan zat warna, walaupun kepekaan tiap zat warna berbeda-beda. Pada gambar terlihat bahan zat warna direk A kurang peka terhadap penambahan elektrolit, sedang zat warna direk B sangat peka. Di dalam larutan, selulosa bermuatan negatif sehingga akan menolak ion negatif dari zat warna direk. Penambahan elektrolit akan mengurangi atau menghilangkan muatan negatif dari serat, sehingga molekul-molekul zat warna akan tertarik oleh serat.
Semakin banyak gugusan sulfonat terkandung dalam zat warna direk tanpa penambahan elektrolit akan mencelup dengan hasil yang sangat muda.

Gambar 9 – 2
Pengaruh Elektrolit pada Penyerapan Zat Warna Direk

9.6.3.2. Pengaruh Suhu

Peristiwa pencelupan adalah peristiwa keseimbangan yang eksotermik. Pada suhu yang lebih tinggi, jumlah zat warna yang dapat diserap oleh serat pada keadaan setimbang akan berkurang.
Apabila suhu dinaikkan, jumlah zat warna yang dapat terserap oleh serat akan bertambah sampai mencapai harga tertentu, kemudian akan berkurang kembali.

Gambar 9 – 3
Pengaruh Suhu pada Penyerapan Zat Warna Direk

9.6.3.3. Pengaruh Perbandingan Larutan Celup

Apabila konsentrasi zat wana di dalam larutan lebih besar, maka jumlah zat warna yang dapat terserap juga akan bertambah. Untuk penghematan pemakaian zat warna, maka pencelupan pada perbandingan larutan yang kecil akan lebih menguntungkan

9.6.3.4. Pengaruh pH

Pada umumnya pencelupan zat warna direk dilakukan dalam suasana netral. Penambahan alkali lemah seperti natrium karbonat kadang-kadang dapat menghambat penyerapan zat warna, sehingga warna lebih rata. Selain itu penambahan natrium karbonat dapat berfungsi untuk mengurangi kesadahan air dan menambah kelarutan zat warna.

9.6.4. Cara Pemakaian

9.6.4.1. Zat warna Direk Golongan A

Mula-mula zat warna dibuat pasta dengan air dingin dengan ditambah zat pembasah non ionik atau anionik. Kemudian ditambah air mendidih, diaduk hingga larut sempurna. Larutan tersebut dimasukkan ke dalam larutan celup dengan penambahan calgon atau natrium karbonat 1-3% untuk menghilangkan

kesadahan air. Selanjutnya ditambah natrium klorida 5-20% bergantung kepada tua mudanya warna.

Bahan dari selulosa yang telah dimasak, dicelup pada suhu 40-50^{0}C sambil suhunya dinaikkan hingga mendidih, selama 30-40 menit. Pencelupan diteruskan selama ¾ - 1 jam pada suhu mendidih tersebut. Apabila celupannya belum rata maka dapat diperpanjang waktunya selama beberapa menit.

9.6.4.2. Zat warna Direk Golongan B

Cara pencelupan zat warna direk golongan ini sama dengan golongan A, hanya penambahan natrium chlorida dilakukan sebagian-sebagian sampai larutan celup mendidih.

Penambahan natrium chlorida ini akan lebih baik apabila sebelumnya telah dilarutkan terlebih dahulu dan disuapkan secara kontinyu. Untuk mengatur penyerapan dan mengurangi kepekaan zat warna terhadap elektrolit dapat juga ditambahkan zat aktif permukaan.

9.6.4.3. Zat warna Direk Golongan C

Pada pencelupan zat warna direk golongan ini harus dimulai pada suhu yang rendah tanpa penambahan elektrolit. Kemudian suhu dinaikkan dengan perlahan-lahan hingga mendidih dan pencelupannya diteruskan selama ¾ - 1 jam.

Pada suhu tertentu penyerapannya sangat cepat sehingga pengontrolan suhu sangat penting sekali agar hasil celupan yang rata. Penambahan elektrolit dapat juga dilakukan setelah larutan mendidih, sehingga dapat menambah ketuaan warna.

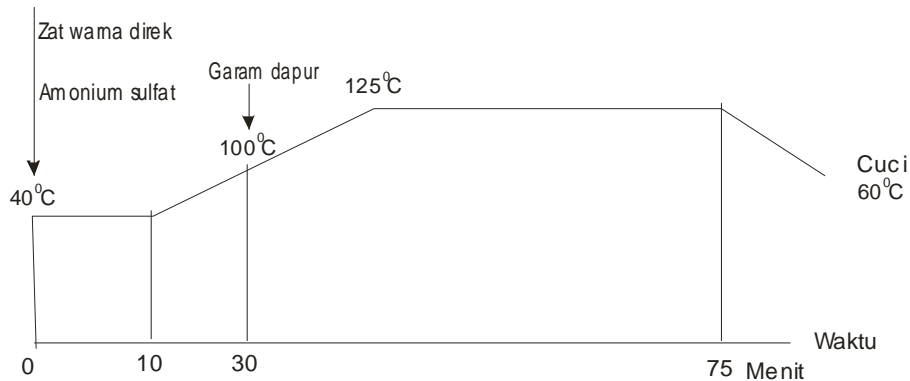
9.6.4.4. Pencelupan pada Suhu di atas 100^{0}C

Pencelupan pada suhu di atas 100^{0}C akan memperbaiki daya migrasi zat warna direk golongan B dan C walaupun tanpa penambahan elektrolit. Kemungkinan terjadinya kerusakan zat warna sangat besar, karena pada suhu di atas 100^{0}C tersebut dan lebih-lebih dengan adanya alkali, selulosa dapat tereduksi.

Oleh karena itu Butterworth telah membagi zat warna direk menjadi 3 golongan berdasarkan kepekaan terhadap suhu di atas 100^{0}C yaitu :

- Golongan 1
  Zat warna direk yang stabil pada suhu antara 120 – 130^{0}C dalam suasana netral atau alkali.
- Golongan 2
  Zat warna direk yang stabil pada suhu tinggi dalam suasana netral, tetapi akan rusak dalam suasana alkali.

– Golongan 3
  Zat warna direk yang rusak pada suhu tinggi dalam suasana netral atau alkali.

Pada umumnya penyerapan zat warna direk yang maksimum adalah di bawah suhu didih, oleh karena itu untuk memperoleh warna yang lebih tua, setelah dicelup pada suhu di atas 100^0C larutan celup perlu didinginkan sampai 85 - 90^0C.

Gambar 9 - 4
Skema Proses Pencelupan zat warna direk pada suhu di atas 100 ^{o}c

9.6.5. Pengerjaan Iring

Satu kejelekan dari pada zat warna direk adalah ketahanan cucinya yang kurang, untuk memperbaikinya dapat dilakukan pengerjaan iring dengan bermacam-macam cara. Pada prinsipnya adalah dengan cara memperbesar molekul zat warna yang telah berada dalam serat, sehingga sukar bermigrasi.
Macam-macam pengerjaan iring :

1. Pengerjaan iring dengan kalium bichromat dengan atau tanpa tembaga sulfat

Setelah bahan dicelup dan dibilas, kemudian dikerjakan dalam larutan 1-3% kalium bichromat dan 1-2% asam asetat 30% pada suhu 60^0C selama 20-30 menit. Selain itu dapat juga dilakukan dengan 1-2% kalium bichromat 1-2% tembaga sulfat 2-4% asam asetat 30% pada suhu 60^0C selama 30 menit sehingga ketahanan cuci dan sinarnya dapat diperbaiki.

2. Pengerjaan iring dengan zat kation aktif

Zat kation aktif dalam perdagangan dikenal dengan nama Neofix C-300, amigen, sandofix WE dan sebagainya.Zat warna tersebut akan bergabung dengan anion dan zat warna direk membentuk molekul yang lebih kompleks, sehingga akan memperbaiki tahan cucinya. Bahan yang telah dicelup dan dibilas kemudian dikerjakan dalam larutan 1-3% zat kation aktif pada suhu 60-

70^0C selama 15 menit. Pengerjaan iring dengan zat kation aktif ini dapat menurunkan ketahanan sinarnya.

9.6.6. Cara Melunturkan

Hasil celupan dengan zat direk dapat dilunturkan kembali dengan larutan yang mengandung natrium-hidrosulfit 3-4 gram/l, pada suhu mendidih dengan 1-2 gram/l chlor aktif dan larutan natrium hipochlorit atau larutan 1-2% natrium chlorit yang mengandung asam asetat pH 3-4.

Kalau bahan telah dikerjakan iring dengan zat kation aktif, maka zat tersebut perlu dihilangkan dulu dalam larutan 2% asam formiat pada suhu mendidih dalam waktu 30 menit. Sedang apabila dikerjakan iring dengan tembaga sulfat, maka dapat dihilangkan dalam larutan 1-3 gram/l etilene diamine, tetra asetat (EDTA) dan 1 gram/l soda abu. Kemudian dilanjutkan dengan dikerjakan dalam 2-3 gram/l natrium hidrosulfit.

9.7. Pencelupan dengan Zat Warna Asam

Zat warna asam adalah zat warna yang dalam pemakaiannya memerlukan bantuan asam mineral atau asam organik untuk membantu penyerapan, atau zat warna yang merupakan garam natrium asam organik dimana anionnya merupakan komponen yang berwarna. Zat warna asam banyak digunakan untuk mencelup serat protein dan poliamida. Beberapa di antaranya mempunyai susunan kimia seperti zat warna direk sehingga dapat mewarnai serat selulosa.

Nama dagang zat warna asam adalah :

- Nylosan (Sandoz)
- Nylomine (I.C.I)
- Tectilan (Ciba Geigy)
- Dimacide (Francolor)
- Acid (Mitsui)

9.7.1. Sifat-sifat

Zat warna asam termasuk golongan zat warna yang larut dalam air. Pada umumnya zat warna asam mempunyai ketahanan cuci dan ketahanan sinar yang baik. Sifat ketahanan tersebut sangat dipengaruhi oleh berat molekul dan konfigurasinya.
Berdasarkan cara pamakaiannya zat warna asam digolongkan menjadi 3 golongan, yaitu :

Golongan 1
Zat warna yang termasuk golongan ini dalam pemakaiannya memerlukan asam kuat pH 2-3 sebagai asam dapat dipakai asam sulfat atau asam formiat.

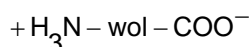
Zat warna asam golongan ini sering juga disebut zat warna asam celupan rata (*leveldying*) atau zat warna asam terdispersi molekul (*moleculerly dispersid*). Pada umumnya mempunyai ketahanan sinar yang baik tetapi ketahanan cucinya kurang.

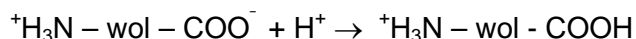
Golongan 2
Zat warna asam yang termasuk golongan ini dalam pemakaiannya memerlukan asam lemah pH 5,2-6,2 sebagai asam dapat dipakai asam asetat. Pada pemakaiannya tidak memerlukan penambahan elektrolit, karena pH lebih besar dari pada 4,7 penambahan elektrolit akan mempercepat penyerapan. Ketahanan sinar dan ketahanan cucinya baik.

Golongan 3
Zat warna asam yang termasuk golongan ini dalam pemakaiannya tidak memerlukan penambahan asam, sehingga cukup pada pH netral. Pada suhu rendah terdispersi secara koloidal sedang pada suhu mendidih terdispersi secara molekuler. Zat warna asam golongan ini sering disebut zat warna asam milling. Sifat kerataannya sangat kurang, sehingga di dalam pemakaiannya memerlukan pengamatan yang teliti. Ketahanan sinar dan ketahanan cucinya paling baik dibanding dengan kedua golongan zat warna asam lainnya.

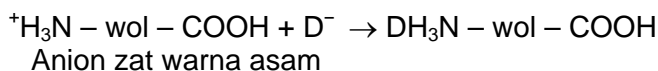
9.7.2. Mekanisme Pencelupan

Mekanisme utama pada pencelupan serat protein dengan zat warna asam adalah pembentukan ikatan garam dengan gugusan amino dalam serat. Selain itu mungkin juga terjadi ikatan lain. Dalam keadaan iso elektrik wol mengandung ikatan garam yang netral, seperti berikut :

$$^{+}H_3N - \text{wol} - COO^{-}$$

Dengan penambahan ion hidrogen dari asam, maka akan terbentuk ion amonium bebas yang bermuatan positif, seperti berikut :

$$^{+}H_3N - \text{wol} - COO^{-} + H^{+} \rightarrow \; ^{+}H_3N - \text{wol} - COOH$$

Sehingga dapat mengikat anion dari zat warna asam sebagai berikut :

$$^{+}H_3N - \text{wol} - COOH + D^{-} \rightarrow DH_3N - \text{wol} - COOH$$

Anion zat warna asam

9.7.3. Faktor-faktor yang Berpengaruh

Pada pencelupan dengan zat warna asam celupan rata, penambahan elektrolit akan berfungsi menghambat penyerapan zat warna sedang pada pencelupan dengan zat warna asam celupan netral, penambahan elektrolit akan berfungsi mempercepat penyerapan.

9.7.3.1. Pengaruh Suhu

Kecepatan penyerapan zat warna sangat dipengaruhi oleh sudut. Di bawah 39^0C hampir tidak terjadi penyerapan. Selanjutnya apabila suhu dinaikkkan lebih dari 39^0C kecepatan penyerapan bertambah. Tiap golongan zat warna asam mempunyai suhu kritis tertentu di mana apabila suhu tersebut telah dilampaui, zat warna akan terserap dengan cepat sekali.

Sebagai contoh zat warna asam celupan netral pada suhu di bawah 60^0C hampir tidak akan terserap, tetapi apabila suhu dinaikkan sampai 70^0C akan terjadi penyerapan dengan cepat sekali, sehingga ada kemungkinan menghasilkan celupan yang tidak rata.

9.7.4. Cara Pemakaian

1. Zat warna asam golongan A

Mula-mula zat warna dibuat pasta dengan air dingin, kemudian ditambah air hangat hingga larut sempurna.

Bahan dari serat wol yang telah dimasak, dikerjakan dalam larutan celup yang mengandung 10-20% garam glauber 2-4% asal sulfat pada suhu 40^0C selama 10-20 menit, sehingga diperoleh pH yang sama merata pada bahan.

Zat warna yang telah dilarutkan dimasukkan dan suhu dinaikkan sampai mendidih selama 45 menit. Selanjutnya ditambahkan 1-3% asam asetat 30% atau 1% asam sulfat pekat dan pencelupan diteruskan selama beberapa menit.

2. Zat asam golongan B

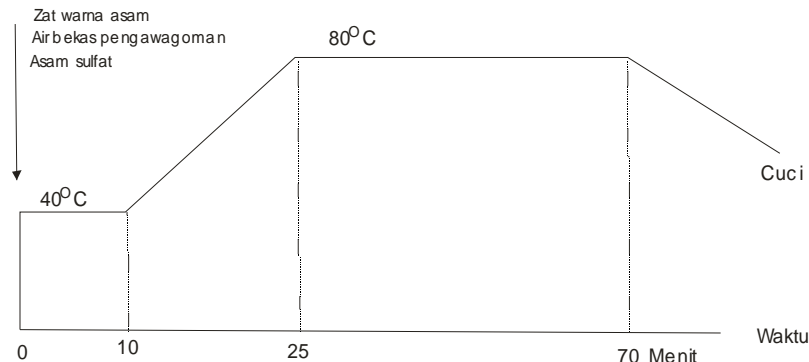
Mula-mula zat warna dibuat pasta dengan air dingin, kemudian ditambah air hangat sampai larut sempurna.
Bahan dari serat wol yang telah dimasak mula-mula dikerjakan larutan celup yang mengandung 10-15% garam glauber 3-5% asam asetat 30% pada suhu 40^0C selama 10-20 menit. Kemudian ke dalamnya ditambahkan larutan zat warna dan suhu dinaikkan sampai mendidih selama 45 menit. Pencelupan diteruskan selama 40-45 menit dengan penambahan 1-3% asam asetan 30% dan 1% asal sulfat pekat untuk memperbaiki penyerapannya.

3. Zat warna asam golongan C

Mula-mula zat warna dibuat pasta dengan air dingin, kemudian ditambahkan air hangat sampai larut sempurna. Bahan dari serat wol yang telah dimasak dikerjakan dalam larutan celup yang mengandung 2-4% ammonium sulfat pada suhu 40^0C selama 10-20 menit.
Zat warna yang telah dilarutkan dimasukkan dan suhu dinaikkan sampai mendidih selama 45 menit. Pencelupan diteruskan selama 1 jam pada suhu mendidih.

9.7.4.1. Cara Pencelupan untuk Serat Sutera

Cara pencelupan untuk serat sutera sama dengan untuk serat wol hanya suhunya lebih rendah yakni 85^0C.

Hal ini disebabkan karena pada suhu mendidih kemungkinan dapat menurunkan kekuatan serat sutera, kadang-kadang dalam larutan celup ditambahkan 10 ml/l air bekas degumming.

Gambar 9 - 5
Skema proses Pencelupan sutera dengan zat warna asam

9.7.5. Cara Melunturkan

Bahan yang telah dicelup, dapat dilunturkan kembali dengan mengerjakan dalam larutan 2-4% sulfoksilat formaldehide (formosol) yang mengandung 3-5% asam asetat 2% pada suhu mendidih.
Pelunturan dengan natrium hidrosulfit pada suhu yang rendah (60^{0}C) alam suasana netral dapat juga dilakukan, hanya kadang-kadang menyebabkan pegangan wolnya menjadi kasar.

9.8 Pencelupan dengan Zat Warna Basa

Zat warna basa dikenal juga sebagai zat warna Mauvin, terutama dipakai untuk mencelup serat protein seperti wol dan sutera.
Zat warna ini tidak mempunyai afinitas terhadap selulosa, akan tetapi dengan pengerjaan pendahuluan (*mordanting*) memakai asam tanin, dapat juga mencelup serat selulosa. Zat warna basa yang telah dimodifikasi sangat sesuai untuk mencelup serat poliakrilat dengan sifat ketahanan yang cukup baik.
Nama dagang zat warna basa, adalah :

- Azatrazon (Bayer)
- Rhodamine (I.C.I)
- Sandocryl (Sandoz)
- Basacryl (BASF)
- Cationic (Mitsui)

9.8.1. Sifat-sifat

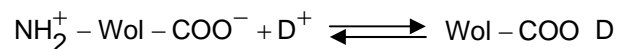
Zat warna basa termasuk golongan zat warna yang larut dalam air. Sifat utama dari zat warna basa adalah ketahanan sinarnya yang jelek. Ketahanan cuci

pada umumnya juga kurang baik. Beberapa di antaranya mempunyai ketahanan cuci sedang.

Warnanya sangat cerah dan intensitas warnanya sangat tinggi. Zat warna basa di dalam larutan celup akan terionisasi dan bagian yang berwarna bermuatan positif. Oleh karena itu zat warna basa disebut juga zat warna kationik.

9.8.2. Mekanisme Pencelupan

Zat warna basa tidak mempunyai afinitas terhadap serat selulosa kecuali apabila sebelumnya telah dimordan dengan asam tanin, sehingga terbentuk senyawa yang tidak larut dalam air.
Hasil celupannya pun mempunyai ketahanan cuci yang rendah. Serat protein seperti wol, dapat dicelup dengan zat warna basa karena terbentuknya ikatan garam seperti berikut :

$$NH_2^+ - Wol - COO^- + D^+ \rightleftharpoons Wol - COO\ D$$

Afinitasnya kation zat warna basa terhadap serat poliakrilat, seperti mekanisme pencelupan serat wol. Hal ini disebabkan karena serat poliakrilat mengandung gugus asam yang dapat mengikat zat warna basa.
Jumlah gugus asam tersebut terbatas, dan berbeda-beda tergantung kepada pabrik pembuatnya. Dengan demikian, maka penyerapan zat warna juga terbatas sampai sejumlah gugus asam yang ada di dalam serat tersebut.
Oleh karena itu di dalam pencelupan serat poliakrilat harus diperhatikan betul-betul jenis atau asal pabrik pembuat serat tersebut, sehingga dapat diperhitungkan jumlah penyerapan maksimum dari zat warna.

9.8.3. Cara Pemakaian

1. Melarutkan Zat Warna

Zat warna dibuat pasta dengan asam asetat 30% sebanyak zat warna, kemudian ditambah air mendidih, diaduk sampai larut sempurna. Sebagai pengganti asam asetat dapat juga dipakai alkohol atau zat aktif permukaan yang bersifat nonionik atau kationik.

2. Cara Pencelupan pada Serat Selulosa

Mula-mula bahan dari selulosa yang telah dimasak dikerjakan dalam larutan asam tanin, sebanyak 2 kali berat zat warna pada suhu mendidih, selama 10-20 menit. Larutan dibiarkan tetap suhunya dan pengerjaan diteruskan selama 2 jam atau semalam. Bahan diperas, dikerjakan lagi dalam larutan antimontartrat sebanyak setengah dari berat asam tanin pada suhu kamar selama 30 menit setelah selesai bahan dibilas dan diperas.

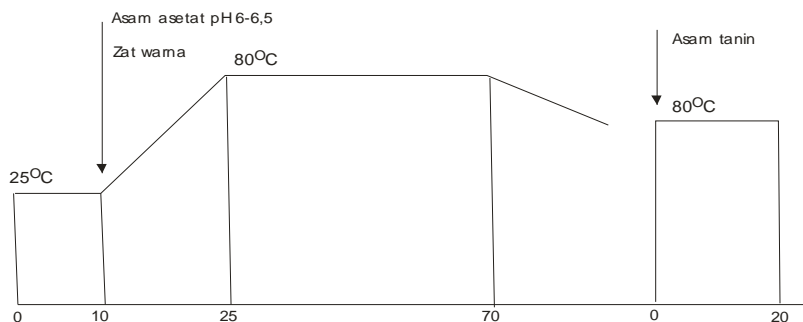
Kemudian bahan dicelupkan dalam larutan celup yang mengandung 1-3% asam asetat 30% dan 1/3 bagian larutan zat warna pada suhu kamar selama

15 menit, 1/3 bagian larutan zat warna ditambahkan lagi dan suhu dinaikkan sampai 40^{0}C. Setelah 20 menit sisa larutan zat warna ditambahkan dan suhu dinaikkan sampai 70^{0}C.

Pencelupan diteruskan selama 30 menit setelah selesai bahan dimordan kembali dalam larutan 0,5 ml/l asam tartrat pada suhu kamar selama 30 menit. Selanjutnya diperas dan dikerjakan dalam larutan 0,2 ml/l antinion tatrat selama beberapa menit. Hasil celupan tersebut akan memperbaiki tahan cuci, akan tetapi dapat merubah warna celupan.

3. Cara Pencelupan pada Serat Sutera

Bahan dari sutera yang telah didegumming dimasukkan ke dalam larutan celup yang mengandung 0,5 ml/l asam cuka 90% pada suhu kamar. Setelah 10 menit, larutan zat warna dimasukkan sebagian dan suhu dinaikkan sampai 80^{0}C.

Sebagian larutan zat warna ditambahkan berikutnya, dan pencelupan diteruskan selama 1 jam.
Setelah selesai bahan dicuci dan dikerjakan iring untuk memperbaiki tahan cucinya. Mula-mula bahan direndam dalam larutan yang mengandung 1% asam tanin pada suhu 60^{0}C selama 10 menit.
Selanjutnya diperas dan dicelupkan kembali ke dalam larutan yang mengandung ½% antimontartrat pada suhu dingin selama 30 menit. Setelah selesai bahan dibilas sampai bersih.

Gambar 9 - 6
Skema Pencelupan Sutera dengan zat warna basa

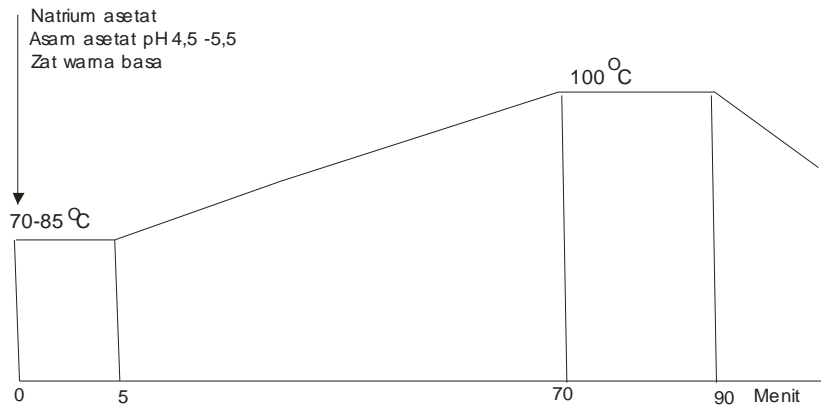
4. Cara Pencelupan pada Serat Wol

Bahan dari wol yang telah dimasak, dimasukkan ke dalam larutan celup yang mengandung larutan warna dan 1-3% asam asetat pada suhu kamar selama 10 menit. Kemudian suhu dinaikkan sampai mendidih dan pencelupan diteruskan selama ½ - ¾ jam. Setelah selesai bahan dibilas bersih.

5. Cara Pencelupan pada Serat Poliakrilat

Bahan dari serat poliakrilat yang telah dimasak, dimasukkan ke dalam larutan celup yang mengandung larutan zat warna dan campuran asam asetat natrium

asetat 1-2 g/l sehingga mencapai pH 4,5-5,5 pada suhu di bawah 75^{0}C selama 10 menit.

Kemudian suhu dinaikkan sampai mendidih dalam waktu yang sangat singkat (20 menit) dan pencelupan diteruskan selama 1 jam pada suhu tersebut. Setelah selesai suhu diturunkan perlahan-lahan sampai di bawah 75^{0}C (½ – 1 jam), dan bahan dibilas bersih. Penurunan suhu secara perlahan-lahan ini diperlukan agar pegangan bahan setelah pencelupan tidak kaku dan kasar.

Gambar 9 - 7
Skema Pencelupan poliakrilat dengan zat warna basa

9.8.4. Cara Melunturkan

Celupan zat warna basa pada bahan dari serat kapas, sutera atau wol dapat dilunturkan dalam larutan mendidih yang mengandung 10-40% natrium karbonat 5-10% sabun selama 2 jam lalu dibilas.

Celupan pada bahan dari serat poliakrilat dapat dilunturkan dalam larutan mendidih 10-40% natrium hipokrolit, 5-10% natrium nitrit 2% natrium asetat dan asam asetat pH 4-4,5 selama 1 jam. Selanjutnya dicuci mendidih dalam larutan 10-40% sabun selama 1 jam, lalu bilas.

9.9 Pencelupan dengan Zat Warna Reaktif

Zat warna reaktif adalah suatu zat warna yang dapat mengadakan reaksi dengan serat (ikatan kovalen) sehingga zat warna tersebut merupakan bagian dari serat. Zat warna reaktif yang pertama diperdagangkan dikenal dengan nama Procion. Zat warna ini terutama dipakai untuk mencelup serat selulosa, serat protein seperti wol dan sutera dapat juga dicelup dengan zat warna ini. Selain itu serat poliamida (nilon) sering juga dicelup dengan zat warna reaktif untuk mendapatkan warna muda dengan kerataan yang baik.

Nama dagang zat warna reaktif adalah :

- Procion (I.C.I)
- Cibacron (Ciba Geigy)
- Remazol (Hoechst)
- Levafix (Bayer)
- Drimarine (Sandoz)
- Primazine (BASF)

9.9.1. Sifat –sifat

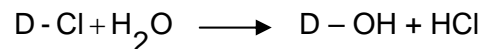
Zat warna reaktif termasuk golongan zat warna yang larut dalam air. Karena mengadakan reaksi dengan serat selulosa, maka hasil pencelupan zat warna reaktif mempunyai ketahanan luntur yang sangat baik. Demikian pula karena berat molekul kecil maka kilapnya baik.

Berdasarkan cara pemakaiannya, zat warna reaktif digolongkan menjadi dua golongan, yaitu :

1. Zat warna reaktif dingin
Yaitu zat warna reaktif yang mempunyai kereaktifan tinggi, dicelup pada suhu rendah. Misalnya procion M, dengan sistem reaktif dikloro triazin.

2. Zat warna reaktif panas
Yaitu zat warna reaktif yang mempunyai kereaktifan rendah, dicelup pada suhu tinggi. Misalnya Procion H, Cibacron dengan sistem reaktif mono kloro triazin, Remazol dengan sistem reaktif vinil sulfon.

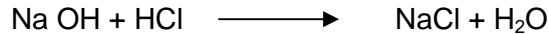
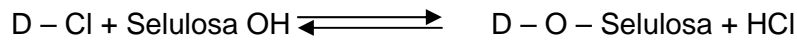
Di dalam air, zat warna reaktif dapat terhidrolisa, sehingga sifat reaktifnya hilang dan hal ini menyebabkan penurunan tahan cucinya.
Hidrolisa tersebut menurut reaksi sebagai berikut :

$$D\text{-}Cl + H_2O \longrightarrow D - OH + HCl$$

9.9.2. Mekanisme Pencelupan

Dalam proses pencelupan reaksi fiksasi zat warna reaktif dengan serat terjadi simultan dengan reaksi hidrolisis antara zat warna dengan air. Kereaktifan zat warna reaktif meningkat dengan meningkatnya pH larutan celup.
Oleh karena itu pada dasarnya mekanisme pencelupan zat warna reaktif terdiri dari dua tahap. Tahap pertama merupakan tahap penyerapan zat warna reaktif dari larutan celup ke dalam serat. Pada tahap ini tidak terjadi reaksi antara zat warna dengan serat karena belum ditambahkan alkali. Selain itu, karena reaksi hidrolisis terhadap zat warna lebih banyak terjadi pada pH tinggi, maka pada tahap ini zat warna akan lebih banyak terserap ke dalam serat dari pada terhidrolisis. Penyerapan ini dibantu dengan penambahan elektrolit.

Tahap kedua, merupakan fiksasi, yaitu reaksi antara zat warna yang sudah terserap berada dalam serat bereaksi dengan seratnya. Reaksi ini terjadi dengan penambahan alkali.

D – Cl + Selulosa OH $\rightleftharpoons$ D – O – Selulosa + HCl

Na OH + HCl $\longrightarrow$ NaCl + H_2O

Reaksi antara gugus OH dari serat selulosa dengan zat warna reaktif dapat digolongkan menjadi dua, yaitu :

1. Reaksi substitusi

Membentuk ikatan pseudo ester (ester palsu) misalnya pada pencelupan serat selulosa dengan zat warna reaktif Procion, Cibacron dan Levafix.

2. Reaksi adisi

Membentuk ikatan eter, misalnya pada pencelupan serat selulosa dengan zat warna reaktif Remazol.

9.9.3. Faktor-faktor yang Berpengaruh

Pada pencelupan dengan zat warna reaktif, 4 faktor utama perlu mendapatkan perhatian agar dapat diperolah hasil yang memuaskan. Keempat faktor tersebut dijelaskan sebagai berikut.

9.9.3.1. Pengaruh pH Larutan

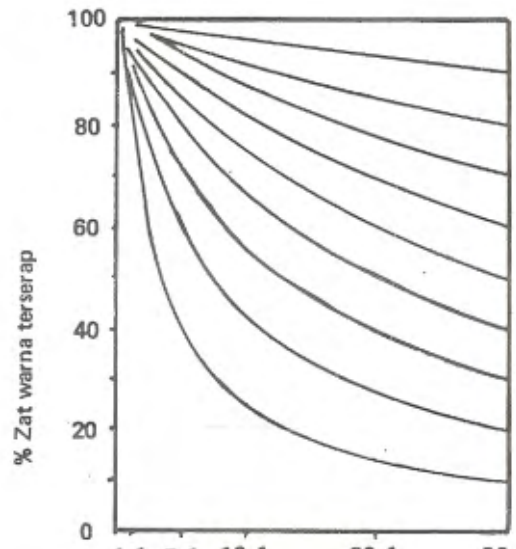
Fiksasi zat warna reaktif pada serat selulosa terjadi pada pH 10,5 – 12,0. Pada pH tersebut zat warna reaktif yang sudah terserap di dalam serat akan bereaksi dengan serat.

Seperti telah diterangkan diatas bahwa reaksi zat warna reaktif dengan serat selulosa terjadi pada pH tinggi oleh adanya penambahan alkali. Walaupun reaksi hidrolisis zat warna reaktif dengan air terjadi pada pH yang tinggi, namun reaksi hidrolisis tersebut sangat sedikit kemungkinan terjadinya karena zat warna telah terserap kedalam serat.

Oleh karena itu, penambahan alkali dilakukan pada tahap kedua setelah zat warna terserap oleh serat. Apabila penambahan alkali tersebut dilakukan pada awal proses, maka kemungkinan besar akan terjadi hidrolisa.

9.9.3.2. Pengaruh Perbandingan Larutan Celup

Perbandingan larutan celup artinya perbandingan antara besarnya laruta terhadap berat bahan tekstil yang diproses, penggunaan perbandingan larutan yang kecil akan menaikan konsentrasi zat warna dalam larutan. Kenaikan konsentrasi zat warna dalam larutan tersebut akan menambah besarnya penyerapan. Maka untuk mencelup warna-warna tua diusahakan untuk memakai perbandingan larutan yang kecil.

Gambar 8 – 4 menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi zat warna maka zat warna yang dapat diserap makin tinggi

Gambar 9 – 8
Pengaruh Perbandingan Larutan Celup Terhadap Banyak Zat Warna yang Diserap

9.9.3.3. Pengaruh Suhu

Pada pencelupan dengan zat warna reaktif maka penambahan suhu akan menyebabkan zat warna mudah sekali bereaksi dengan air, sehingga dapat menyebabkan berkurangnya afinitas zat warna dan kemungkinan terjadi penurunan daya serap (*substantivitas*) juga lebih besar sehingga dapat menurunkan efisiensii fiksasi.

Kerugian karena penurunan efisiensi fiksasi ini dapat diatasi dengan pemakaian pH yang terlalu tinggi, oleh karena itu faktor suhu pencelupan dan pH larutan celup memegang peranan penting di dalam proses pencelupan dengan zat warna reaktif.

Zat warna reaktif yang mempunyai kereaktifan tinggi, dicelup pada suhu kamar. akan tetapi zat warna reaktif yang mempunyai kereaktifan rendah memerlukan suhu pencelupan minimal 70^0C.

9.9.3.4. Pengaruh Elektrolit

Pengaruh elektrolit pada pencelupan dengan zat warna reaktif seperti halnya pada zat warna direk. Makin tinggi pemakaian elektrolit, maka makin besar penyerapannya. Jumlah pemakaian elektrolit hampir mencapai sepuluh kali lipat dari pada pemakaian pada zat warna direk.

9.9.4. Cara Pemakaian

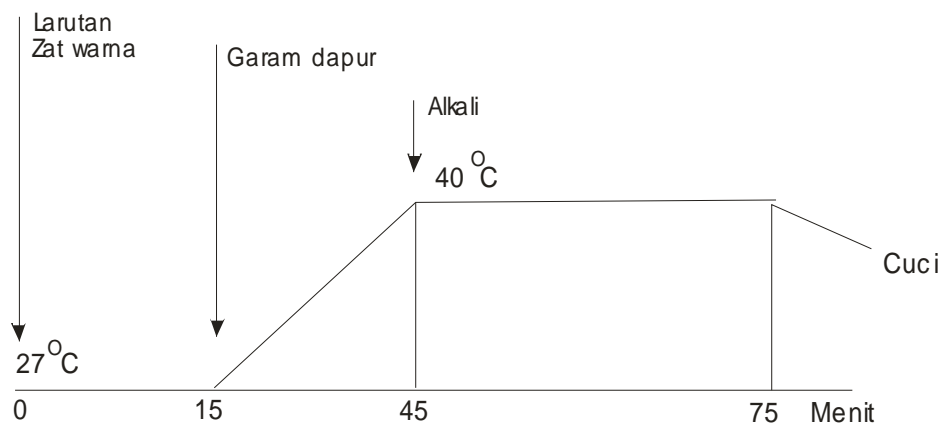
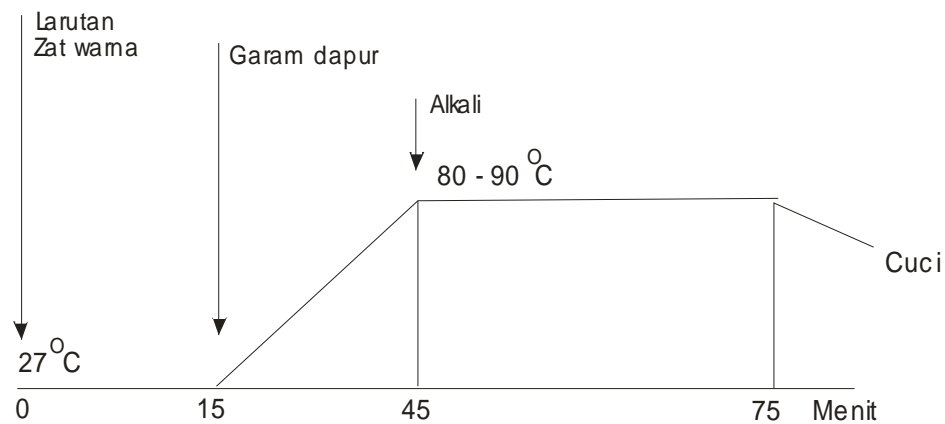
9.9.4.1. Pencelupan pada Bahan dari Serat Selulosa Cara Perendaman

Pada pencelupan cara ini, dapat dipakai alat seperti Haspel, Jigger dan alat lain yang mempunyai perbandingan larutan celup yang tinggi, terutama untuk benang, kain rajut dan juga kain tenun.
Mula-mula zat warna reaktif dingin dibuat pasta dengan air dingin, kemudian ditambah air hangat hingga larut sempurna.

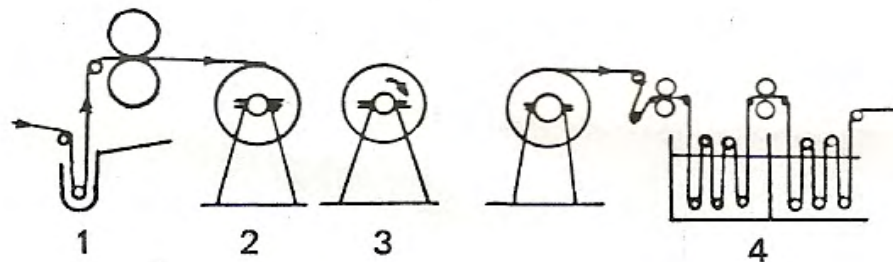
Bahan yang telah dimasak, dikerjakan dalam larutan zat warna pada suhu 40^0C selama 30 menit. Kemudian ditambahkan 30 – 60 g/l natrium klorida dan pencelupan diteruskan selama 30 menit.
Selanjutnya ditambahkan alkali, misal natrium karbonat dan pencelupan diteruskan 30 – 45 menit.

Setelah selesai bahan dicuci dengan air dingin kemudian dengan air mendidih. Selanjutnya bahan dicuci dengan sabun mendidih dan dibilas sampai bersih, untuk menghilangkan sisa-sisa warna yang terhidrolisis di permukaan bahan.

Pencucian ini sangat memegang peranan, karena apabila sisa zat warna yang terhidrolisis tersebut masih menempel pada bahan, maka akan dapat mewarnai bahan dari serat selulosa yang dicuci bersama.
Jumlah pemakaian natrium karbonat untuk fiksasi zat warna tergantung kepada macam alat celup yang dipakai dan bahan yang dicelup.

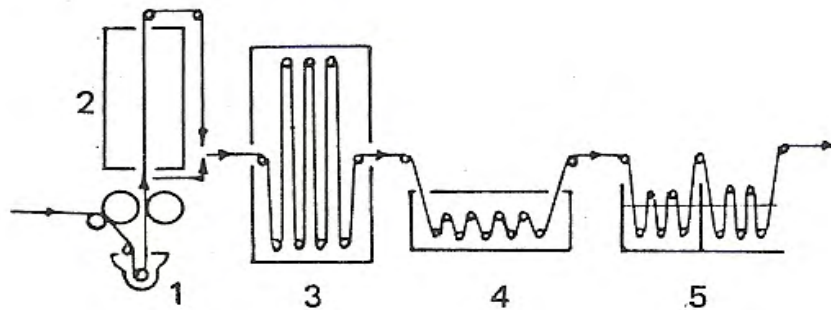
Untuk pencelupan zat warna reaktif panas cara pemakaiannya sama dengan zat warna reaktif dingin, hanya suhu pencelupan adalah 85 - 95^0C setelah penambahan alkali. Kadang-kadang sebagai alkali dipakai campuran soda kostik dan antrium karbonat.

Gambar 9 - 9
Skema pencelupan sellulosa dengan zat warna reaktif dingin

Gambar 9 - 10
Skema pencelupan sellulosa dengan zat warna reaktif panas

9.9.4.2. Pencelupan pada Bahan dari Serat Selulosa Cara Setengah Kontinyu

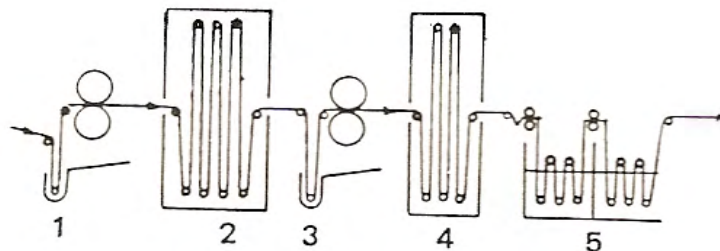
Bahan yang telah dimasak, direndam peras dalam larutan celup yang mengandung zat warna zat penetrasi dan natrium karbonat, sejumlah konsentrasi zat warnanya dengan efek pemerasan 70 – 80%.
Selanjutnya bahan digulung, ditutup rapat dengan plastik, diputar selama 24 jam (pembacaman/*batching*). Setelah selesai bahan dicuci air dingin, dicuci air mendidih, disabun mendidih dan dibilas sampai bersih.

Gambar 9 – 11
Skema Pencelupan Zat Warna Reaktif Dingin Cara Rendam-Peras-Pembacaman (*Pad Batch*)

Keterangan :
1. Rendam peras dalam larutan celup
2. Digulung
3. Pembacaman (disertai dengan pemutaran)
4. Dicuci

9.9.4.3. Pencelupan pada Bahan dari Serat Selulosa Cara Kontinyu

Pada bahan yang telah dimasak, direndam peras dalam larutan yang mengandung zat warna dan natrium bikarbonat dengan efek pemerasan 70 – 80%. Setelah dikeringkan bahan difiksasi dengan pemanasan menggunakan hot flue, silinder pengering atau stenter.

Gambar 9 – 12
Skema Pencelupan Zat Warna Reaktif Cara Rendam Peras-Pengeringan-Pencucian

Keterangan :
1. Rendam peras dalam larutan celup
2. Pengeringan pendahuluan
3. Pengeringan
4. Fixasi dengan pemanasan
5. Pencucian

Selanjutnya bahan dicuci dengan air dingin, air panas, disabun dan dibilas. Untuk menambah ketuaan warna pada bahan dari kapas, dianjurkan menambah 200 g/l urea dalam larutan rendam peras. Untuk menghindari penambahan urea yang harganya cukup mahal, maka dapat ditempuh cara fiksasi dengan melakukan bahan yang telah direndam peras dan dikeringkan ke dalam kamar penguapan (*steamer*) pada suhu 100 – 102^{0}C, fiksasi dengan penguapan dan dibilas.

Skema Pencelupan Zat Warna Reaktif Cara Rendam Peras-Rendam Peras Alkali dan Penguapan

Keterangan :
1. Rendam peras dalam larutan celup
2. Penguapan
3. Larutan peras alkali
4. Penguapan
5. Pencucian

Cara di atas umumnya larutan alkali dipisahkan dari larutan celup, sehingga diperlukan dua kali rendam peras.

9.9.4.4. Cara Pencelupan pada Bahan dari Selulosa Simultan dengan Penyempurnaan Resin

Pada waktu ini telah diperdagangkan zat warna reaktif yang memungkinkan untuk dicelup simultan (serempak) dengan penyempurnaan resin, baik untuk bahan kapas maupun rayon.

Bahan dari kapas mula-mula direndam peras dalam larutan yang mengandung zat warna reaktif, prekondensat resin, (Urea formadelhida) katalis, (Magnesium Chlorida), zat anti migrasi (perminal PP) dan pelemas (Felan NW) dengan efek pemerasan : 70-80% kemudian dikeringkan : misalnya dengan ruang pengering (*hot flue*) atau ruang pengering infrared.
Selanjutnya dipanas awetkan (*curing*) pada suhu 140 – 160^{0}C selama 2 – 8 menit setelah selesai dicuci bersih.

Cara ini tidak sesuai untuk pencelupan bahan dari serat rayon, sehingga ditempuh cara yang agak berbeda yaitu dengan dua tingkat fiksasi.

Mula-mula bahan direndam peras dalam larutan zat warna, natrium karbonat, katalis dan anti migrasi dengan efek pemerasan 70 – 80%, kemudian digulung putar (batching) selama 2 – 4 jam lalu dikeringkan.

Bahan direndam peras kembali dalam larutan resin urea formaldehida, pelemas, saat penguat untuk zat warna (*dye fixing agent*) seperti Fixanol PN (ICI) dan amonia. Setelah dikeringkan bahan dipanasawetkan pada suhu 130^{0}C selama 3 menit, dilanjutkan dengan pencucian.

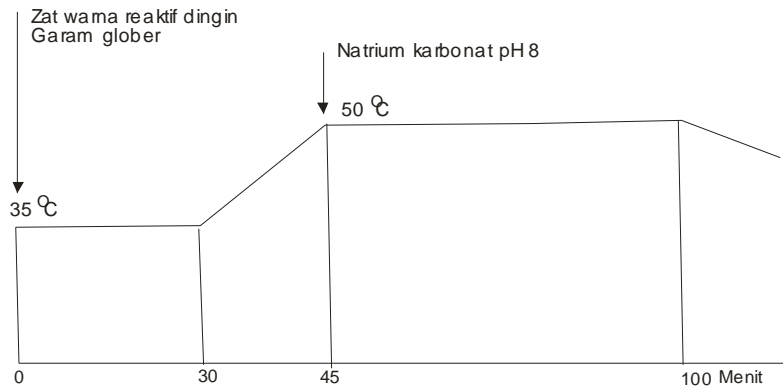
9.9.4.5 Pencelupan pada Bahan dari Serat Sutera

Baik zat reaktif dingin maupun reaktif panas, kedua-duanya dapat dipergunakan untuk mencelup bahan dari sutera.

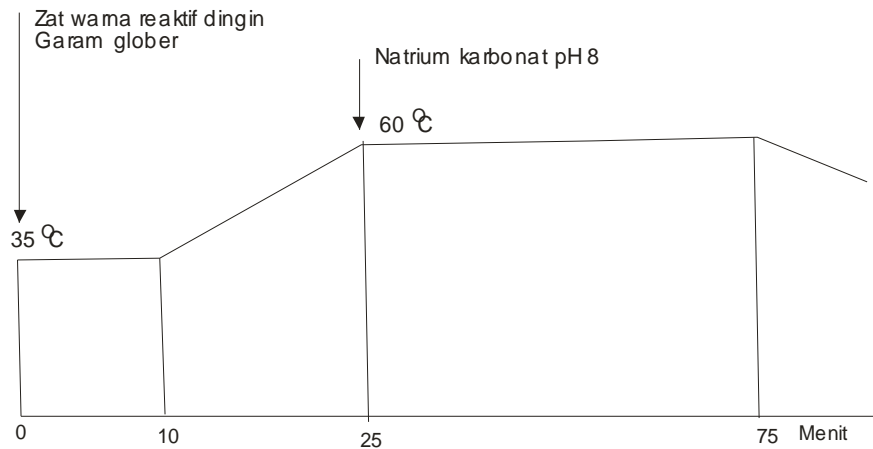
Bahan yang telah didegumming, kemudian dicelup dalam larutan celup yang mengandung zat warna pada suhu kamar selama 20 menit. Selanjutnya ditambahkan 20g/l garam dapur dan suhunya dinaikkan sampai 50^{0}C.

Setelah 15 menit ditambahkan 2 g/l natrium karbonat dan pencelupan diteruskan selama 40 menit.

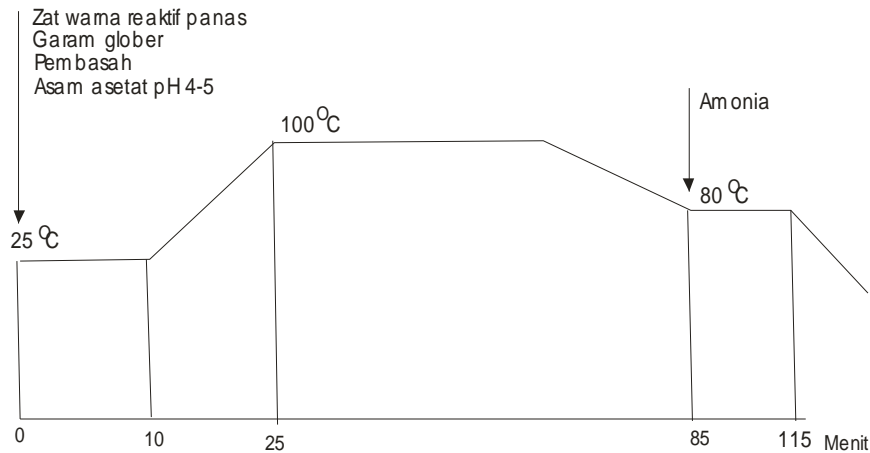
Bahan kemudian dicuci dengan sabun panas dan dibilas sampai bersih.

Untuk zat warna reaktif panas, suhu fiksasi pada penambahan natrium karbonat adalah 70 – 90^{0}C.

Gambar 9 - 14
Skema pencelupan sutera dengan zat warna reaktif panas

9.9.4.5. Pencelupan pada Bahan dari Serat Poliamida

Bahan dari serat poliamida dapat dicelup dengan zat warna reaktif panas maupun dingin. Mula-mula bahan yang telah dimasak, dicelup dalam larutan yang mengandung zat warna dan 4% asam asetat 80% pada suhu 40^{0}C. Setelah beberapa menit, suhu dinaikkan sampai 95^{0}C dan pencelupan diteruskan selama 1 jam. Selanjutnya bahan dicuci, disabun dan dibilas.

Gambar 9 - 15
Skema pencelupan poliamida dengan zat warna reaktif panas

9.9.4.6. Pencelupan pada Bahan dari Serat Wol

Bahan yang telah dimasak, dicelup dalam larutan celup yang mengandung zat warna dan amonium asetat pH 7 untuk warna muda dan pH 5,5 untuk warna tua pada suhu 40^{0}C selama 30 menit.
Selanjutnya suhu dinaikkan sampai mendidih, dan pencelupan diteruskan selama 1 jam. Setelah selesai bahan dicuci bersih.

Gambar 9 - 16
Skema pencelupan wol dengan zat warna reaktif panas

9.9.5. Cara Melunturkan

Hasil pencelupan dengan zat warna reaktif pada bahan dari serat selulosa dapat dilunturkan dengan larutan natrium hidrosulfit pada suhu mendidih setelah dicuci dikelantang dalam larutan natrium hipokrolit : 3 g/l klor aktif.

9.10. Pencelupan dengan Zat warna Bejana

Zat warna bejana merupakan salah satu zat warna alam yang telah lama digunakan orang untuk mencelup tekstil. Zat warna ini terutama dipakai untuk mencelup bahan dari serat selulosa. Selain itu juga untuk mencelup serat wol.
Nama dagang zat warna bejana adalah :

- Indanthren (I.G. Farben)
- Caledon (I.C.I)
- Cibanone (Ciba-Geigy)
- Sandonthren (Sandoz)
- M.N.Thren (Mitsui)
- Solanthren (Francolor)

9.10.3 Sifat-sifat

Zat warna bejana termasuk golongan zat warna yang tidak larut dalam air dan tidak dapat mewarnai serat selulosa secara langsung. Dalam pemakaiannya, zat warna ini harus dibejanakan (direduksi) terlebih dahulu membentuk larutan yang mempunyai afinitas terhadap serat selulosa.

Setelah berada di dalam serat, maka bentuk leuko tadi dioksidasi kembali menjadi bentuk semula yang tidak larut dalam air. Oleh karena itu hasil celupannya mempunyai tahan cuci yang sangat baik. Selain itu juga mempunyai sifat tahan sinar dan tahan larutan hipoklorit dengan baik.

Larutan zat warna yang dibejanakan tersebut, disebut juga larutan leuko. Warnanya lebih muda atau berbeda dengan warna pigmen aslinya. Afinitas larutan leuko terhadap serat selulosa sangat besar, sehingga sering menimbulkan celupan yang tidak rata. Untuk mengatasinya sering dilakukan pencelupan cara ”pigmen padding” di mana zat warna yang tidak mempunyai afinitas tersebut didistribusikan merata pada bahan sebelum direduksi dan dioksidasi.

Ukuran molekul zat warna bejana ada 4 macam, yaitu :

- Bentuk bubuk (*powder*), mempunyai kadar tinggi, digunakan untuk mencelup dalam mesin-mesin dengan perbandingan larutan celup yang besar, seperti bak, Jigger atau Haspel.
- Bentuk bubuk halus (*Fine powder*), lebih mudah dibejanakan dari pada bentuk bubuk dan penggunaannya sama dengan bentuk bubuk.
- Bentuk bubuk sangat halus (*micro fine powder*), terutama digunakan untuk pencelupan cara “pigmen padding”.
- Bentuk colloidal, digunakan untuk pencelupan kontinyu.

Berdasarkan cara pemakaiannya, maka zat warna bejana digolongkan menjadi 4 golongan sebagai berikut.

1. Golongan IK (*Indanthren Kalt*)

Mempunyai afinitas yang kurang baik, sehingga memerlukan tambahan elektrolit. Pemakaian reduktor dan alkali sedikit, dibejanakan dan dicelup pada suhu rendah (20 – 25^{0}C).

2. Golongan IW (*Indanthren Warn*)

Memerlukan penambahan elektrolit untuk penyerapannya. Pemakaian reduktor dan alkali agak banyak dibejanakan dan dicelup pada suhu hangat (40 – 50^{0}C).

3. Golongan IN (*Indanthren Normal*)

Tidak memerlukan penambahan elektrolit, karena mempunyai daya serap yang tinggi. Pemakaian reduktor dan alkali banyak, dibejanakan dan dicelup pada suhu panas (50 – 60^{0}C).

4. Golongan IN Special (*Indanthren Normal Special*)

Menyerupai golongan IN, hanya pemakaian alkali dan reduktor, suhu pembejanaan dan pencelupannya lebih tinggi (60^0C).

Menurut struktur kimianya zat warna bejana dapat digolongkan menjadi dua, yaitu golongan antrakwinon dan golongan indigoida. Golongan antrakwinon pada pembejanaan warna larutannya lebih tua dari pada warna sesungguhnya, sedangkan golongan dindigoida mempunyai warna kuning muda

9.10.2 Mekanisme Pencelupan

Mekanisme pencelupan dengan zat warna bejana terdiri dari 3 pokok sebagai berikut.

1. Pembejanaan (membuat senyawa leuko)

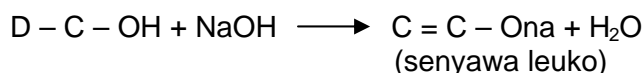
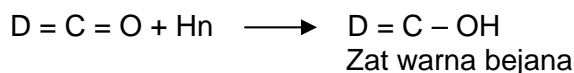
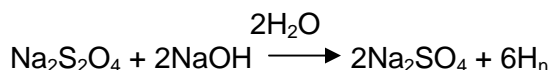
Zat utama yang digunakan adalah reduktor kuat dan soda kostik.

Reaksinya adalah sebagai berikut :

$$Na_2S_2O_4 + 2NaOH \xrightarrow{2H_2O} 2Na_2SO_4 + 6H_n$$

$$D = C = O + Hn \longrightarrow D = C - OH$$

Zat warna bejana

$$D - C - OH + NaOH \longrightarrow C = C - Ona + H_2O$$

(senyawa leuko)

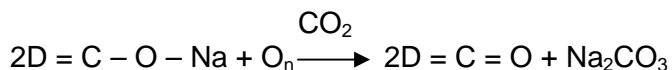
2. Pencelupan dengan senyawa leuko

Bentuk senyawa leuko ini mempunyai afinitas terhadap selulosa, sehingga dapat mencelupnya.

3. Oksidasi

Senyawa leuko yang telah berada di dalam serat selulosa tersebut, agar tidak keluar kembali perlu dioksidasi, sehingga berubah menjadi molekul semula yang berukuran besar. Oksidasi dapat dilakukan dengan larutan oksidator ataupun dengan sinar matahasi

Reaksinya adalah sebagai berikut :

$$2D = C - O - Na + O_n \xrightarrow{CO_2} 2D = C = O + Na_2CO_3$$

9.10.3 Faktor-faktor yang Berpengaruh

Zat warna bejana berikatan dengan serat selulosa, secara ikatan hidrogen dan van der walls. Pada umumnya molekulnya berbentuk bidang datar (*planar*) sehingga memungkinkan mengadakan ikatan dengan serat selulosa.

Di dalam pembejanaan, golongan indigoida hanya memerlukan alkali lemah. Afinitasnya terhadap selulosa rendah, sehingga untuk memperoleh warna

celupan yang tua pencelupan harus dilakukan berulang-ulang dengan konsentrasi zat warna yang makin menaik. Bantuan elektrolit pada larutan celupnya akan dapat membantu penyerapan. Pemakaian konsentrasi zat warna yang tinggi akan menghasilkan celupan dengan sifat tahan gosok yang kurang. Golongan antrakwinon di dalam pembejanaan memerlukan alkali kuat.

Jumlah pemakaian alkali harus tepat, karena kemungkinan terbentuknya isomer dengan adanya pemakaian alkali yang berbeda-beda. Apabila hal ini terjadi, maka larutan leuko tersebut sukar dioksidasikan kembali dan memberikan warna yang berbeda dengan warna aslinya. Selain itu suhu pembejanaan perlu diperhatikan juga. Suhu yang terjadi terlalu rendah menyebabkan pembejanaan yang kurang sempurna, sedang apabila terlalu tinggi dapat merubah warna.

Penambahan zat pendispersi di dalam larutan celup akan menambah penetrasinya, akan tetapi menurunkan penyerapan. Oleh karena itu celupan warna tua tidak perlu penambahan zat pendispersi. Selama pencelupan jumlah alkali dan reduktor harus dijaga tetap, sehingga afinitasnya tetap besar.

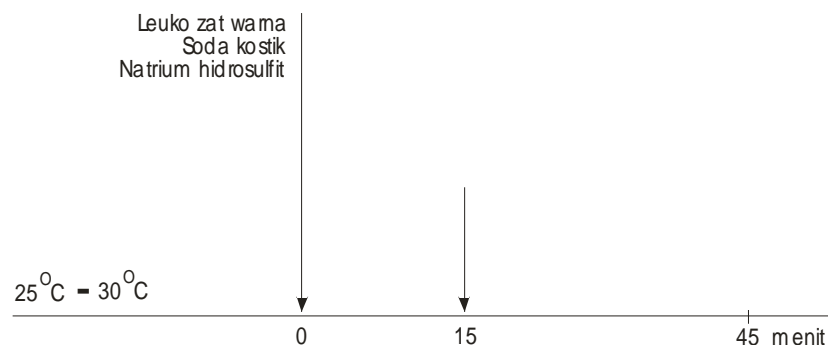
9.10.4. Cara Pemakaian

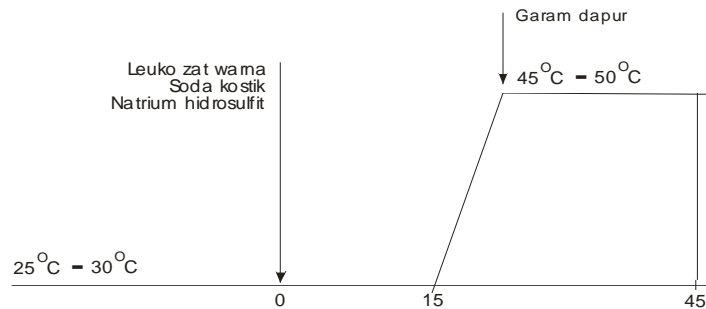
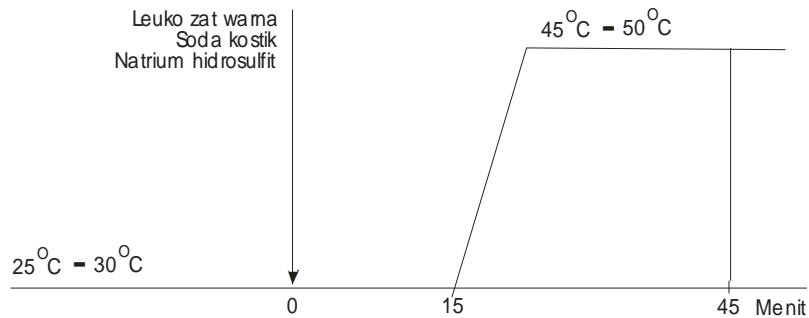
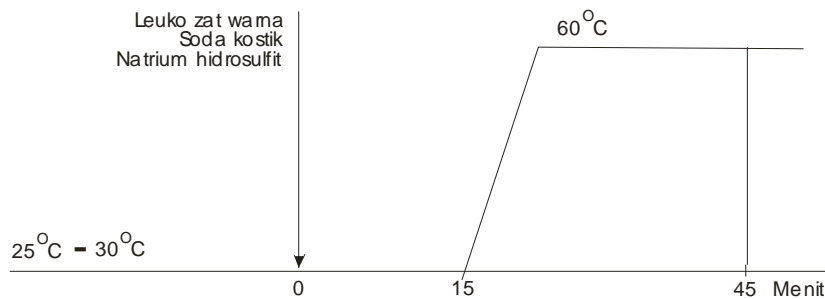
9.10.4.1. Pencelupan pada Bahan Selulosa Cara Perendaman

.

Mula-mula zat warna bejana dibejanakan dahulu dengan penambahan air hangat 50^0C dan soda kostik. Kemudian natrium hidrosulfit ditaburkan sambil terus diaduk selama 10 – 20 menit.

Selanjutnya larutan leuko tersebut dimasukkan ke dalam larutan celup dengan penambahan alkali dan reduktor seperlunya. Bahan dari serat kapas yang telah dimasak, dikerjakan dalam larutan celup tersebut.

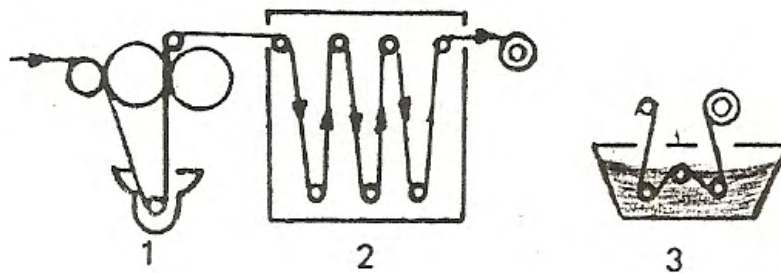
Untuk zat warna bejana IK, suhu pencelupan dimulai pada 40 – 50^0C dan dengan penambahan elektrolit kemudian larutan celup dibiarkan turun suhunya, sehingga akan menambah penyerapannya.

Gambar 9 - 17
Skema pencelupan sellulosa dengan zat warna bejana IK

Zat warna bejana golongan IW, IN atau IN Special pencelupannya dimulai pada uhu 20 – 30^{0}C, kemudian dinaikkan perlahan-lahan sampai pada suhu yang diharapkan. Pencelupan pada umumnya berlangsung selama 30 – 60 menit. Setelah selesai bahan dicuci, dioksidasi, disabun panas dan dibilas.

Gambar 9 - 18
Skema pencelupan sellulosa dengan zat warna bejana IW

Gambar 9 - 19
Skema pencelupan sellulosa dengan zat warna bejana IN

Gambar 9 - 20
Skema pencelupan sellulosa dengan zat warna bejana IN Sp

9.10.4.2. Pencelupan pada Bahan Selulosa, Cara Setengah Kontinyu (*Pad-Jig*)

Pencelupan cara ini terutama untuk mencelup kain yang tebal dengan hasil yang mempunyai ketuaan warna dan kerataan yang baik.
Mula-mula bahan yang telah dimasak, direndam peras dalam larutan zat warna yang telah didispersikan dengan baik memakai zat pendispersi sebanyak 5 g/l pada suhu 30 – 35^{0}C dengan efek pemerasan 70 – 80%.

Selanjutnya bahan dikeringkan perlahan-lahan agar warna tidak berpindah tempat. Setelah selesai bahan dikerjakan dalam larutan reduktor dengan memakai mesin Jigger. Larutan reduktor tersebut mengandung natrium – hidroksida, natrium hidrosulfit dan natrium klorida, bergantung kepada tua mudanya warna dan macam bahannya.

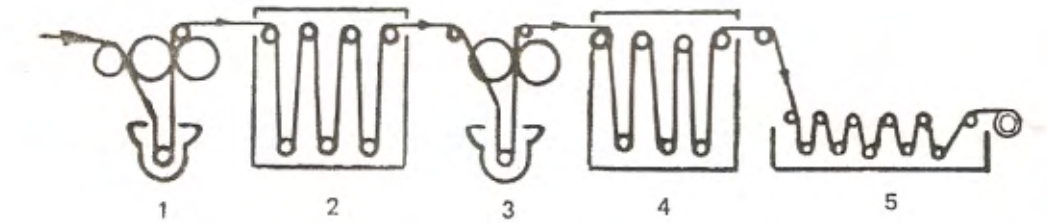
Selain itu juga ditambahkan larutan pigmen zat warna sejumlah konsentrasi zat warna kali pangkat dua efek pemerasan dibagi 10.000. Hal ini diperlukan untuk menjaga agar ketuaan warna tidak berubah menurun. Pencelupan dimulai pada suhu 30^{0}C dan perlahan-lahan dinaikkan sampai 80 – 90^{0}C selama 30 menit. Selanjutnya diteruskan selama 30 menit lagi. Setelah selesai bahan dicuci, dioksidasi dan disabun.

Gambar 9 – 21
Skema Pencelupan dengan Zat Warna Bejana Cara Kontinyu (*Pad Jig*)

Keterangan :
1. Rendam peras larutan celup.
2. Pengeringan
3. Fixasi basah dan penyiraman

9.10.4.3. Pencelupan pada Bahan Selulosa Cara Kontinyu

Pencelupan cara ini terutama untuk mencelup kain dalam jumlah besar dengan hasil warna yang tetap sama dan rata.
Mula-mula bahan yang telah dimasak, direndam peras dalam larutan yang mengandung zat warna jenis bubuk halus, bubuk sangat halus atau koloidal yang didispersikan sempurna pada suhu 30^{0}C dengan efek pemerasan 70 – 80%. Selanjutnya bahan dikeringkan dan direndam peras dalam larutan natrium hidrosulfit, soda kostik, natrium klorida dengan efek pemerasan 70 –

80%. Jumlah pemakaian zat-zat tersebut bergantung kepada tua muda warna dan efek pemerasannya.

Setelah selesai bahan terus diuap dengan suhu uap 102 – 105^{0}C selama 25 – 40 detik diikuti dengan pencucian oksidasi, penyabunan dan pembilasan. Proses pencelupan cara kontinyu dapat dilihat pada gambar 8 – 9.

Gambar 9 – 22
Skema Pencelupan dengan Zat Warna Bejana Cara Kontinyu (*Pad Stream*)

Keterangan :
1. Rendam peras larutan celup
2. Pengeringan
3. Rendam peras larutan alkali
4. Fiksasi
5. Penyabunan

9.10.4.4. Pencelupan pada Bahan dari Serat Wol

Serat protein seperti wol dapat dicelup dengan zat warna bejana jenis indigoida. Afinitas lebih kecil dari pada untuk mencelup serat selulosa, sehingga suhu pencelupannya lebih tinggi. Selain itu untuk menghindarkan kerusakan serat wol karena pengaruh alkali, maka sebagai alkali dipakai amonia atau larutan kalsium hidroksida.
Pembejanaan dilakukan langsung di dalam larutan celup. Mula-mula larutan celup diisi air hangat 50^{0}C. Ke dalamnya ditambahkan 3 ml/l amonia 15%, 4 ml/l larutan perekat 10% dan 1 g/l natrium hidrosulfit, diaduk rata selama 5 menit.

Kemudian zat warna indigoida sebanyak 4 g/l ditambahkan. Setelah berlangsung 30 menit larutan akan berwarna kuning kehijauan. Bahan dari serat wol yang telah dimasak, dicelup pada suhu 50^{0}C selama 30 menit. Pencelupannya dilakukan berulang-ulang, sampai diperoleh ketuaan warna seperti yang diharapkan. Setelah selesai bahan dicuci dengan air hangat, dioksidasi dengan udara, disabun dan dibilas.

9.10.4.5. Pencelupan pada Bahan dari Serat Sutera

Beberapa zat warna bejana (terbatas) dapat dipergunakan untuk mencelup serat sutera, terutama untuk warna muda. Mula-mula ke dalam larutan celup

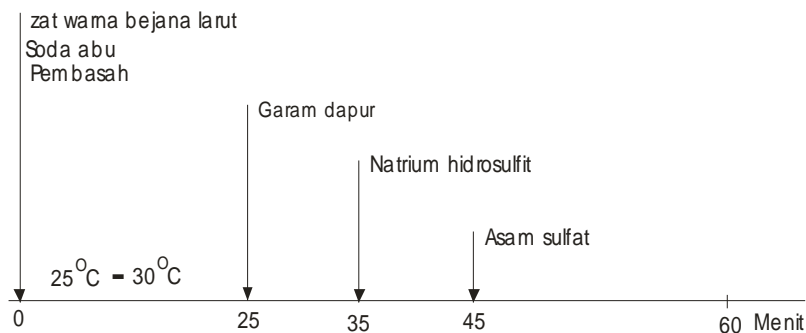
dimasukkan : 10 ml/l soda kostik 30^0Be, natrium hidrosulfit sebanyak 10% dari berat sutera, pada suhu 40^0C. Zat warna yang telah dibuat pasta dengan air dingin dimasukkan ke dalamnya diaduk sempurna selama 20 menit.

Bahan dari serat sutera yang telah didegumming dicelupkan pada suhu 70^0C selama 60 menit. Selesai diperas, dioksidasi di udara selama 1 jam, dicuci dengan larutan asam asetat, dicuci, disabun pada suhu 95^0C dan dibilas.

9.10.4.6. Pencelupan dengan Zat Warna Bejana Larut pada Bahan dari Serat Selulosa

Zat warna bejana larut merupakan garam ester dari zat warna bejana biasa dan larut dalam air. Zat warna ini dikenal dengan nama dagang:
- Indigosol (Durand & Heugenine)
- Sandozol (Sandoz)
- Solasol (Francolor)
- Anthrasol (Hoechst)
- Soledon (I.C.I)

Di dalam pemakaiannya tidak memerlukan pembejanaan, sehingga lebih sederhana. Mula-mula zat warna dibuat pasta dengan air dingin, kemudian ditambah air hangat sampai larut sempurna. Bahan yang telah dimasak, dicelup dalam larutan zat warna, 20 g/l natrium klorida 4 g/l natrium nitrit pada suhu 40^0C selama 30 – 45 menit.

Selanjutnya bahan diperas dan dibangkitkan dalam larutan yang mengandung 10 ml/l asam sulfat 1% pada suhu dingin selama 15 menit. Setelah selesai bahan dicuci, dinetralkan dalam larutan 2 g/l natrium karbonat, disabun dan dibilas.

Gambar 9 - 23
Skema pencelupan sellulosa dengan zat warna bejana larut

9.10.4.7. Pencelupan Zat Warna Bejana Larut pada Bahan dari Serat Wol

Mula-mula zat warna dibuat pasta dengan air dingin, kemudian ditambah air hangat hingga larut sempurna.

Bahan yang telah dimasak, dicelup dalam larutan celup yang mengandung 2 – 4% asam formiat 1% sulfoksilat dan 5% natrium sulfat pada suhu 40^0C selama 45 menit. Setelah selesai bahan diperas, dioksidasi dengan larutan natrium bikarbonat yang diberi asam pH 4, dicuci, disabun dan dibilas.

9.10.4.8. Pencelupan Zat Warna Bejana Larut pada Bahan dari Serat Sutera

Pencelupan pada bahan dari serat sutera dilakukan dalam suasana asam lemah. Mula-mula zat warna bejana larut dibuat pasta dengan air dingin, kemudian ditambah air hangat sampai larut sempurna. Ke dalam larutan celup ditambahkan 5% asam asetat 30% dan 1% formosul.

Pencelupan dimulai pada suhu dingin selama 15 menit. Kemudian ke dalamnya ditambahkan 3% asam formiat 80% dan pencelupan diteruskan selama 15 menit, suhu dinaikkan dengan perlahan-lahan sampai 80^0C dan pencelupan diteruskan selama 30 menit setelah selesai, celupan dibangkitkan dalam larutan 1g/l kalium bikromat dan 1 ml/l asam sulfat pada suhu dingin, hangat atau panas tergantung kepada macam zat warnanya dilanjutkan dengan pencucian, penyabunan dan pembilasan.

9.10.5. Cara Melunturkan

Hasil pencelupan dengan zat warna bejana sukar sekali dilunturkan. Pada umumnya cara melunturkannya dengan pendidihan pada suhu yang tinggi dalam larutan soda kostik, natrium hidrosulfit dan polivinilpirolidon (Albigen A – BASF) 3 ml/l berulang-ulang sampai dapat dilunturkan sesuai dengan keinginan.

9.11. Pencelupan dengan Zat Warna Naftol

Zat warna naftol atau zat warna ingrain merupakan zat warna yang terbentuk di dalam serat dari komponen penggandeng, (*coupler*) yaitu naftol dan garam pembangkit, yaitu senyawa diazonium yang terdiri dari senyawa amina aromatik. Zat warna ini juga disebut zat warna es atau ”*ice colours*”, karena pada reaksi diazotasi dan kopling diperlukan bantuan es. Penggunaannya terutama untuk pencelupan serat selulosa. Selain itu juga dapat dipergunakan untuk mencelup serat protein (wol, sutera) dan serat poliester.
Nama dagang zat warna naftol adalah :

- Naftol (Hoechst)
- Brenthol (I.C.I)
- Youhaothol (R.R.C)

9.11.1. Sifat-sifat

Zat warna naftol termasuk golongan zat warna azo yang tidak larut dalam air. Untuk membedakan dengan jenis zat warna azo lainnya sering juga disebut zat

warna azoic. Daya serapnya (*substantivitas*) terhadap serat selulosa kurang baik dan bervariasi, sehingga dapat digolongkan dalam 3 golongan, yaitu yang mempunyai substantivitas rendah, misalnya Naftol AS, substantivitas sedang, misalnya Naftol AS – G dan substantivitas tinggi, misalnya Naftol AS – BO.

Sifat utama dari zat warna naftol ialah tahan gosoknya yang kurang, terutama tahan gosok basah, sedang tahan cuci dan tahan sinarnya sangat baik. Zat warna naftol baru mempunyai afinitas terhadap serat selulosa setelah diubah menjadi naftolat, dengan jalan melarutkannya dalam larutan alkali.

Garam diazonium yang dipergunakan sebagai pembangkit tidak mempunyai afinitas terhadap selulosa, sehingga cara pencelupan dengan zat warna naftol selalu dimulai dengan pencelupan memakai larutan naftolat, kemudian baru dibangkitkan dengan garam diazonium.

Zat warna naftol dapat bersifat poligenik, artinya dapat memberikan bermacam-macam warna, bergantung kepada macam garam diazonium yang dipergunakan dan dapat pula brsifat monogetik, yaitu hanya dapat memberikan warna yang mengarah ke satu warna saja, tidak bergantung kepada macam garam diazoniumnya.

9.11.2. Mekanisme Pencelupan

Mekanisme pencelupan dengan zat warna naftol terdiri dari 4 pokok, yaitu :

1. Melarutkan naftol (membuat naftolat)

Zat utama yang dipergunakan untuk pelarutan zat warna naftol adalah soda kostik. Pelarutan naftol dilakukan dengan dua cara yaitu :

1). Cara dingin

Zat warna naftol didispersikan dengan spiritus diaduk rata ditambah larutan soda kostik, kemudian ditambah air dingin

2). Cara panas

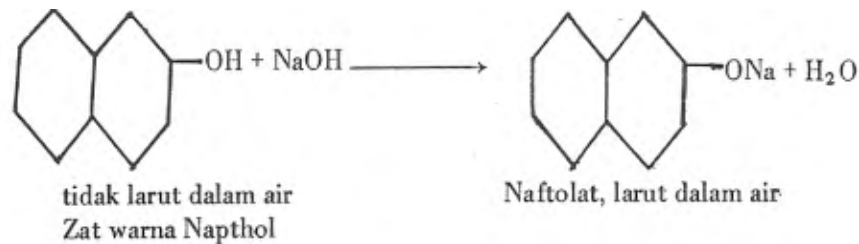
Zat warna naftol didispersikan dengan koloid pelindung (TRO) diaduk rata ditambah larutan soda kostik kemudian ditambah air panas.

Zat warna naftol yang larut akan berwarna kuning jernih

Reaksi :

—OH + NaOH ⟶ —ONa + H_2O

tidak larut dalam air
Zat warna Napthol

Naftolat, larut dalam air

2. Pencelupan dengan larutan naftolat

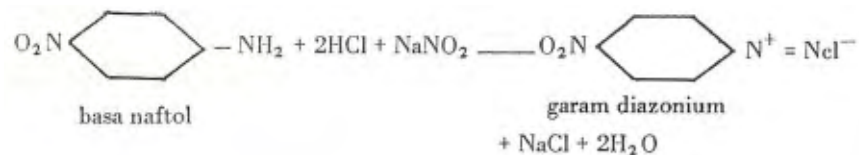
Zat warna naftol tidak larut dalam air dan tidak mempunyai afinitas terhadap serat selulosa. Akan tetapi setelah dilarutkan menjadi larutan naftolat yang larut dalam air timbul afinitasnya, sehingga serat dapat tercelup. Bahan yang telah dicelup tersebut perlu diperas, sebelum dibangkitkan dengan garam diazonium untuk mengurangi terjadinya pembangkitan warna pada permukaan serat yang dapat menyebabkan ketahanan gosok yang kurang.

3. Diazotasi

Garam diazonium yang dipergunakan sebagai pembangkit pada pencelupan zat warna naftol dapat berupa basa naftol, yaitu senyawa amina aromatik maupun garam diazonium, yaitu basa naftol yan telah diazotasi. Apabila telah berupa garam diasonium, maka dengan mudah dapat dilarutkan dalam air dengan jalan menaburkannya sambil diaduk terus. Akan tetapi apabila masih dalam bentuk basa naftol maka perlu didiazotasi terlebih dahulu dengan menggunakan asam chlorida berlebihan dan natrium nitrit pada suhu yang sangat rendah.

Reaksi :

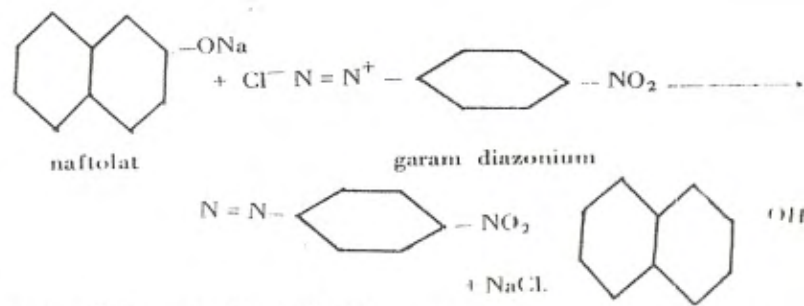
$O_2N-C_6H_4-NH_2 + 2HCl + NaNO_2 \longrightarrow O_2N-C_6H_4-N^+ = NCl^- + NaCl + 2H_2O$

basa naftol → garam diazonium

4. Pembangkitan

Naftolat yang telah berada di dalam serat perlu dibangkitkan larutan garam diazonium agar terjadi pigmen naftol yang berwarna dan terbentuk di dalam serat.

Reaksi :

$C_{10}H_7-ONa + Cl^- N = N^+ - C_6H_4 - NO_2 \longrightarrow O_2N-C_6H_4-N = N-C_{10}H_6-OH + NaCl$

naftolat + garam diazonium

Setelah pigmen Zat warna naftol dalam serat bereaksi pembangkitan selesai, selanjutnya perlu dilakukan penyabunan panas untuk menghilangkan pigmen naftol yang terbentuk pada permukaan serat, sehingga memperbaiki tahan gosok dan mempertinggi kilapnya.

9.11.3. Faktor yang Berpengaruh

9.11.3.1 Pengaruh Elektrolit

Substantivitas zat warna naftol pada umumnya kecil, sehingga pada pencelupannya perlu penambahan elektrolit, misalnya natrium klorida atau natrium sulfat. Kualitas dan kwantitasnya perlu diperhatikan, elektrolit yang ditambahkan tidak boleh terlalu banyak mengandung ion logam penyebab kesadahan, penambahanannya juga harus dalam jumlah tertentu. Zat warna naftol yang mempunyai substantivitas kecil memerlukan penambahan elektrolit: 15 – 30 g/l dan yang mempunyai substantivitas sedang penambahannya berkisar 10 – 20 g/l. Zat warna naftol yang mempunyai substantivitas tinggi tidak memerlukan penambahan elektrolit.

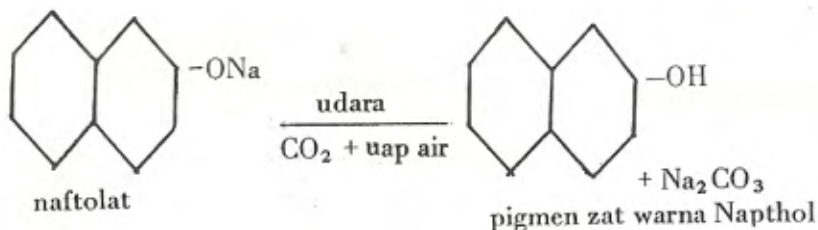
9.11.3.2 Pengaruh Perbandingan Larutan Celup

Karena substantivitas zat warna naftol yang pada umumnya kecil, maka pencelupan dengan perbandingan larutan celup yang kecil dapat meningkatkan substanvitasnya.

9.11.3.3 Pengaruh Udara

Larutan naftolat pada umumnya kurang stabil terhadap pengaruh udara, terutama yang lembab. Adapun udara lembab tersebut dapat mengendapkan kembali larutan naftolat tersebut menjadi pigmen zat warna naftol.

Reaksi :

$$\text{naftolat (–ONa)} \xrightarrow[CO_2 \text{ + uap air}]{\text{udara}} \text{pigmen zat warna Napthol (–OH)} + Na_2CO_3$$

Untuk mencegah pengendapan kembali larutan naftolat tersebut, ke dalam larutan celup dapat ditambahkan formaldehida yang dapat mengikat naftolat dengan jembatan metilen, sehingga mempertinggi kestabilannya penambahan formaldehida tersebut pada beberapa jenis naftolat dapat memperlambat pembangkitannya.

9.11.3.4 Pengaruh pH

Reaksi pembangkitan berlangsung sangat lambat pada pH yang rendah. Pada pembangkitan menggunakan base naftol yang diazotasi, maka pH larutan sangat rendah, karena adanya asam chlorida berlebihan. Oleh karena itu kelebihan asam chlorida tersebut perlu dinetralkan dengan menggunakan natrium asetat, sehingga pH larutan berkisar 4,5.

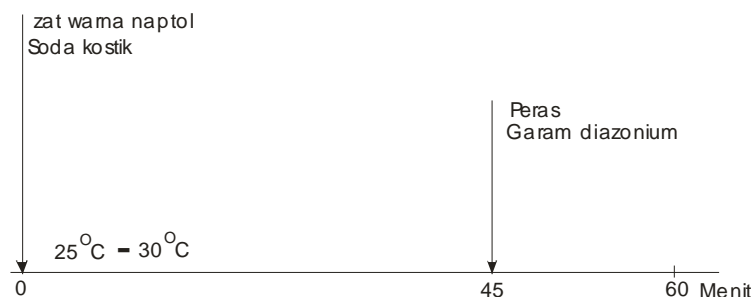
Reaksi pembangkitan juga berjalan lambat dalam larutan yang bersifat alkalis. Soda kostik yang tertinggal pada serat menyebabkan timbulnya pengaruh alkali. Oleh karena itu faktor pemerasan sesudah pencelupan dengan larutan naftolat sangat penting peranannya. Untuk mencegahnya, maka pada pembangkitan perlu juga ditambahkan asam asetat. Campuran natrium asetat dan asam asetat tersebut, merupakan larutan penyangga yang dapat menjaga pH agar selalu tetap.

9.11.4. Cara Pemakaian

Cara pencelupan cat warna naftol pada bahan dari serat selulosa ada 2 cara, yaitu cara perendaman biasa dimana sesudah pencelupan sisa larutan naftolat dibuang dan cara "*standing bath*", di mana larutan naftolat sesudah pencelupan tidak dibuang tetapi dipergunakan lagi dengan penambahan naftolat secukupnya.

9.11.4.1. Cara Perendaman Biasa pada Bahan dari Serat Selulosa

Mula-mula zat warna naftol dilarutkan dengan cara membuat pasta dengan penambahan TRO, kemudian ditambah soda kostik dan diencerkan dengan air panas sampai terbentuk larutan jernih. Cara ini dikenal dengan nama pelarutan panas. Cara naftol dibuat pasta dengan spiritus, kemudian ditambah soda kostik, kemudian diencerkan dengan air dingin sampai terbentuk larutan yang jernih.

Bahan dari serat selulosa yang telah dimasak, dicelup dalam larutan celup yang mengandung larutan zat naftol tersebut di atas dengan penambahan 10 – 15 ml/l soda kostik 38^0Be dan 30 g/l natrium klorida. Selanjutnya bahan diperas dan dibangkitkan di dalam larutan garam diazonium yang sebelumnya telah ditaburkan ke dalam air dingin dengan pengadukan yang sempurna. Ke dalam larutan pembangkit garam diazonium tersebut sering ditambahkan natrium asetat dan asam asetat sebagai larutan penyangga, agar pH larutan pembangkit selalu tetap berkisar 4,5 – 5.

Gambar 9 - 24
Skema proses pencelupan sellulosa dengan zat warna naptol

Kadang-kadang sebagai larutan pembangkit tidak dipergunakan garam diazonium, tetapi basa naftol. Untuk itu basa naftol tersebut perlu diazotasi terlebih dahulu menjadi garam diazonium. Reaksi diazotasi ini harus dikerjakan di dalam bejana yang bebas logam pada suhu di bawah 18^0C bila perlu dengan tambahan es atau bejana tersebut direndam dalam es. Mula-mula basa naftol dilarutkan dalam asam klorida dan air mendidih, kemudian ditambah air dingin sampai suhunya mencapai 18^0C. Natrium nitrit yang sebelumnya dilarutkan ditambahkan ke dalam larutan tersebut dengan diaduk terus menerus selama 30 menit sehingga reaksi diazonium tersebut berlangsung sempurna dan siap dipergunakan sebagai larutan pembangkit.

9.11.4.2. Pencelupan Cara Larutan Baku (*Standing Bath*)

Karena substantivitas zat warna naftol pada umumnya rendah, maka air larutan celup dapat dipergunakan berulang-ulang dengan penambahan zat warna naftol dan garam diazonium yang lebih sedikit dari pada jumlah yang diperlukan pada permulaan pencelupan.

Substansivitas zat warna naftol berbeda-beda dan besarnya substantivitas tersebut dinyatakan dalam jumlah garam zat warna naftol yang dapat diserap oleh satu kilogram bahan. Konsentrasi larutan celup dari zat warna naftol dinyatakan dalam gram per liter larutan. Demikian halnya untuk garam diazoniumnya.

Jumlah zat warna naftol yang dapat diserap oleh bahan dan jumlah yang perlu ditambahkan untuk pencelupan berikutnya pada umumnya telah dapat disajikan oleh pabrik pembuat zat warna tersebut pada buku penuntunnya, sehingga para pemakai tinggal mengikutinya. Larutan celup tersebut pada umumnya dapat dipakai sampai sepuluh kali atau lebih, bergantung kepada jenis zat warna naftol dan kondisi pengerjaannya.

9.11.4.3. Pencelupan pada Serat Protein

Untuk pencelupan serat protein perlu diperhatikan, karena serat protein akan rusak oleh alkali kuat, yaitu soda kostik. Oleh karena itu dalam hal ini digunakan sabun dan natrium karbonat untuk mencelup serat wol, alkali lemah dan gliserin untuk mencelup serat sutera.

Mula-mula zat warna naftol dilarutkan sebagai berikut :
Campuran 3 gram sabun dan 12 gram natrium karbonat dilarutkan dalam 30 ml air, dan dididihkan sampai jernih. 1,25 gram naftol dibuat pasta dalam sebagian larutan tersebut di atas, kemudian ditambahkan sisanya dan dipanaskan mendidih selama 5 menit. Bahan dari serat wol yang telah dimasak, dimasukkan ke dalam larutan celup yang mengandung larutan naftol tersebut pada suhu 50^0C delama 30 menit. Setelah selesai, bahan diperas, dibangkitkan dalam larutan garam diazonium selama 30 menit. Bahan diperas, dicuci air dingin, disabun pada suhu 50^0C selama 10 menit dan dibilas.

9.11.4.4. Pencelupan pada Bahan Serat Poliester

Pencelupan pada serat poliester terutama untuk warna hitam dan biru tua, dimana warna tersebut sangat sukar diperoleh bila menggunakan zat warna dispersi.

Mula-mula naftol dibuat pasta dengan bantuan zat pendispersi, kemudian dimasukkan ke dalam larutan celup yang mengandung 2 g/l zat pendispersi pada suhu 70^{0}C. Bahan dari serat poliester yang telah dimasak, dicelup dalam larutan tersebut pada suhu mendidih selama 20 sampai 30 menit. Asam beta hidroksi naftolat yang telah dilarutkan dalam zat pendispersi ditambahkan ke dalam larutan celup dan pencelupan diteruskan selama 1 jam.

9.11.5. Cara Meluntурkan

Bahan yang telah dicelup dengan zat warna naftol dapat dilunturkan dengan jalan mengerjakannya dalam larutan yang mengandung 2% zat aktif (Atexal SCA-50) dan 4% soda kostik padat pada suhu mendidih, selama 30 – 45 menit. Larutan didinginkan sampai 95^{0}C, kemudian ditambah 5 – 6% natrium hidrosulfit. Pengerjaan diteruskan selama 30 – 45 menit pada suhu tersebut. Selanjutnya bahan dikelantang dalam larutan natrium hipoklorit 3 g/l khlor aktif.

9.12 Pencelupan dengan Zat Warna Belerang

Zat warna belerang merupakan suatu zat warna yang mengandung unsur belerang di dalam molekulnya baik sebagai chromofornya maupun gugusan lain yang berguna dalam pencelupannya. Zat warna ini tidak larut dalam air dan dapat dipakai untuk mencelup serat-serat selulosa. Selain itu juga dipakai untuk mencelup serat wol. Beberapa diantaranya dapat larut dalam air dan ada juga dalam pemakaiannya seperti cara pencelupan dengan zat warna bejana. Golongan terakhir ini sering disebut zat warna bejana belerang.

Nama dagang zat warna belerang adalah :

- Sulphur (RRC)
- Hydrosol (Hoechst– Casella)
- Thional (I.C.I)
- Immedial (Hoechst –Casella)
- Solanen (Francolor)
- Hydron (Casella)

9.12.1. Sifat-sifat

Zat warna belerang termasuk golongan zat warna yang tidak larut dalam air. Beberapa di antaranya ada yang larut dalam air dan menyerupai zat warna bejana. Zat warna ini tidak langsung dipakai untuk mencelup serat selulosa tanpa direduksi terlebih dahulu.

Sebagai reduktor dapat dipakai natrium sulfida, natrium hidrosulfit atau campuran dari keduanya. Sifat tahan cuci dan tahan sinarnya adalah baik dan harganya pun sangat murah. Hasil celupan dengan zat warna belerang dapat menimbulkan kemunduran kekuatan bahan yang dicelupnya.

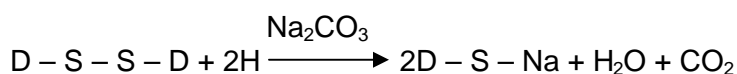
9.12.2. Mekanisme Pencelupan

Mekanisme pencelupan dengan zat warna belerang terdiri dari 3 pokok, yaitu :

1. Melarutkan (mereduksi) zat warna

Zat utama yang dapat dipakai untuk melarutkan dalah larutan natrium sulfida (Swafel Natrium = SN), dengan atau tanpa tambahan natrium karbonat.

Reaksinya adalah sebagai berikut :

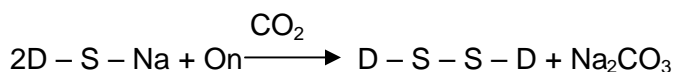
$$D - S - S - D + 2H \xrightarrow{Na_2CO_3} 2D - S - Na + H_2O + CO_2$$

2. Mencelup

Bentuk zat warna yang telah tereduksi tersebut mempunyai afinitas terhadap serat selulosa, sehingga dapat mencelupnya.

3. Membangkitkan warna (*oksidasi*)

Zat warna dalam bentuk tereduksi yang telah berada di dalam serat tersebut harus dirubah kembali menjadi bentuk semula yang mempunyai ukuran molekul yang besar, sehingga tidak dapat keluar kembali.

Reaksinya dalah sebagai berikut :

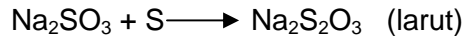
$$2D - S - Na + On \xrightarrow{CO_2} D - S - S - D + Na_2CO_3$$

9.12.3. Faktor-faktor yang Berpengaruh

Faktor utama yang berpengaruh pada pencelupan dengan zat warna belerang adalah suhu, elektrolit dan perbandingan larutan. Penyerapan zat warna belerang kurang baik, terutama untuk warna tua. Oleh karena itu penggunaan perbandingan larutan celup yang kecil pada pencelupan warna tua sangat dianjurkan. Jalan lain ialah dengan menggunakan kembali sisa larutan celup dengan penambahan ½ - ¾ jumlah zat warna mula-mula.

Pengaruh suhu dan penambahan elektrolit tidak berbeda, seperti pada pencelupan dengan zat warna direk. Zat warna tersebut akan mempunyai daya serap yang tinggi dengan penambahan elektrolit dan suhu yang tinggi.

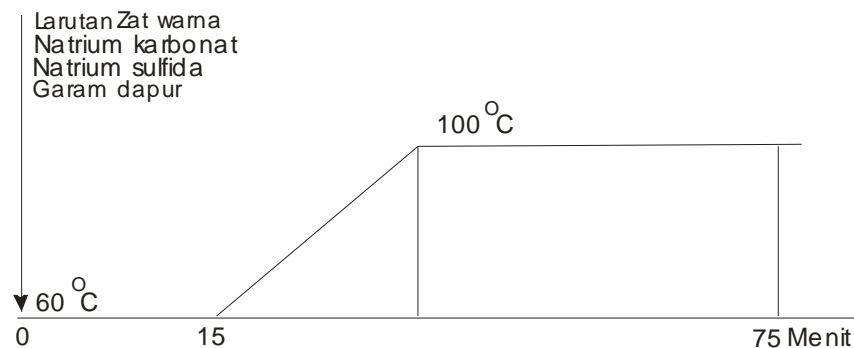
Kadang-kadang di dalam larutan celup timbul endapan belerang yang dapat menyebabkan pegangan bahan menjadi kasar dan bahkan dapat menurunkan

kekuatan bahan. Untuk mengatasi perlu penambahan natrium sulfit, menurut reaksi sebagai berikut :

$Na_2SO_3 + S \longrightarrow Na_2S_2O_3$ (larut)

Celupan dengan zat warna belerang sering menyebabkan "*bronzing*". Hal tersebut disebabkan beberapa kemungkinan antara lain karena penggunaan zat warna yang berlebihan, kena sinar matahari langsung pada waktu dicelup, kurang bersih dan tidak segera dilakukan pencucian atau kekurangan natrium sulfida dalam larutan celup. Untuk mengatasinya bahan dapat dicuci dengan larutan natrium sulfida.

9.12.4. Cara Pemakaian

9.12.4.1. Pencelupan Serat Selulosa dengan Zat Warna Belerang Biasa (*Sulphur*)

Mula-mula zat warna dibuat pasta dengan air dingin, kemudian ditambah larutan natrium sulfida dan natrium karbonat.
Bahan yang telah dimasak, dimasukkan ke dalam larutan celup yang mengandung larutan zat warna,2 g/l natrium karbonat, dan 5 – 25% natrium klorida pada suhu hangat. Setelah merata larutan celup dipanaskan sampai 100^0C dan pencelupan diteruskan selama 60 menit. Selanjutnya bahan dicuci bersih, dioksidasi dengan larutan perborat, disabun dan dibilas.

Gambar 9 - 25
Skema proses pencelupan sellulosa dengan zat warna belerang

9.12.4.2. Pencelupan Serat Selulosa dengan Zat Warna Belerang yang Larut (*Hydrosol*)

Zat warna bejana belerang merupakan zat warna belerang yang dalam pamakaiannya sama dengan cara pemakaian zat warna bejana. Warna yang utama adalah warna biru dengan sifat ketahanan sinar, tahan cuci dan tahan chlor yang baik.

Mula-mula zat warna dibuat pasta dengan air dingin kemudian ditambah air hangat 70^0C, diaduk dan ditambah larutan soda kostik 38^0Be sebanyak 0 ml/l. Kemudian ke dalamnya ditaburkan natrium hidrosulfit 10 g/l sampai larutan berubah warna. Bahan dari serat selulosa yang telah dimasak dicelup dalam larutan zat warna tersebut pada suhu 50 – 60^0C selama 45 menit. Setelah selesai bahan dicuci, dioksidasi, disabun dan dibilas.

Cara lain yang seringkali dipergunakan pada pencelupan kain dari serat selulosa adalah seperti cara pencelupan zat warna belerang biasa. Mula-mula zat warna diubah pasta dengan air dingin, kemudian ditambah larutan natrium sulfida 25g/l yang telah dilarutkan terlebih dahulu. Selanjutnya ditambah larutan soda kostik sebanyak 15 ml/l diaduk sempurna.

Kain dari serat selulosa yang telah dimasak, dicelup dalam larutan zat warna tersebut pada suhu mendidih selama 45 menit. Suhu pencelupan kemudian diturunkan sampai 60 – 70^0C dengan penambahan air dingin dan bila perlu ditambahkan natrium hidrosulfit sebanyak berat zat warna. Pencelupan selanjutnya pada suhu tersebut selama 30 menit. Setelah selesai kain dicuci, dioksidasi, disabun dan dibilas.

9.12.4.3. Pencelupan Serat Wol dan Sutera dengan Zat Warna Belerang

Serat wol dan sutera dapat juga dicelup dengan zat warna belerang terutama untuk warna hitam. Untuk menghindari ketuakan, maka alkalinitas larutan celupnya perlu dikurangi.
Mula-mula zat warna belerang dibuat pasta dengan koloid pelindung 5% dan air hangat, kemudian ditambah natrium sulfit sebanyak 2 kali zat warna dan diencerkan dengan air panas. Setelah 10 menit ditambah dengan larutan natrium sulfida sejumlah zat warna, dipanaskan sampai larut. Bahan wol yan telah dimasak, dicelup dalam larutan celup yang mengandung larutan zat warna tersebut dan tambahan amonium sulfat sejumlah 2 kali zat warna pada suhu 80^0C selama 45 menit. Setelah selesai bahan dicuci bersih.

9.12.5. Cara Melunturkan

Pelunturan zat warna belerang dapat dilakukan apabila hasil celupan tidak sesuai dengan tujuan. Hasil celupan zat warna belerang pada bahan selulosa dapat dilunturkan sebagian atau seluruhnya dengan jalan sebagai berikut.
Bahan yang telah dicelup, dididihkan dalam larutan yang mengandung 5 g/l natrium karbonat dan 10 g/l natrium sulfida, selama ½ - 1 jam.
Bila diinginkan luntur sama sekali, dapat dilanjutkan dengan pengerjaan dalam larutan hipokrolit yang mengandung 2 g/l khlor aktif dalam keadaan dingin selama ½ jam.

9.13 Pencelupan dengan Zat Warna Dispersi

Zat warna dispersi pada mulanya banyak dipergunakan untuk mencelup serat.slulosa asetat yang merupakan serat hidrofob. Dengan

dikembangkannya serat buatan yang bersifat hirofob, seperti serat poliakrilat, poliamida dan poliester, maka penggunaan zat warna dispersi makin meningkat. Pada waktu ini zat warna dispersi, terutama dipergunakan pada pencelupan serat poliester.

Nama dagang zat warna dispersi adalah :

- Foron (Sandoz)
- Resolin (Bayer)
- Palanil (BASF)
- Smaron (Hoechst)
- Dispersol (I.C.I)
- Miketon (Jepang)
- Acetoquinone (Francolor)
- Terasil (Ciba–Geigy)

9.13.1. Sifat-sifat

Zat warna dispersi termasuk golongan zat warna yang tidak larut dalam air, akan tetapi pada umumnya dapat terdispersi dengan sempurna. Zat warna tersebut sebenarnya tidak dapat mewarnai serat hidrofob. Pada pemakaiannya memerlukan bantuan zat pengemban (*carrier*) atau adanya suhu yang tinggi.
Zat warna dispersi digunakan dalam bentuk bubuk atau dalam bentuk larutan. Sifat tahan cuci dan tahan sinarnya cukup baik. Ukuran molekulnya berbeda-beda dan perbedaan tersebut sangat erat hubungannya dengan sifat kerataan dalam pencelupan dan sifat sublimasinya.

Berdasarkan sifat kerataan dalam pencelupan dan sifat sublimasinya, zat warna dispersi digolongkan menjadi 3 golongan, yaitu :

1. Zat warna dispersi yang mempunyai sifat kerataan pencelupan yang baik, akan tetapi mudah bersublimasi pada suhu yang tidak terlalu tinggi.
2. Zat warna dispersi yang mempunyai sifat kerataan pencelupan dan sifat sublimasi yang medium.
3. Zat warna dispersi yang mempunyai sifat kerataan pencelupan dan sifat sublimasi yang sangat baik.

Di dalam penggunannya, pemilihan golongan zat warna tersebut sangat menentukan sifat-sifat hasil pencelupannya.

9.13.2. Mekanisme Pencelupan

Zat warna dispersi sebenarnya tidak dapat mewarnai serat poliester. Dengan bantuan zat pengemban atau suhu yang tinggi, maka serat tersebut dapat diwarnai. Serat poliester sendiri merupakan serat hidrofob yang sangat kompak susunan molekulnya. Oleh karena itu cara-cara pencelupan yang konvensionil tidak dapat diterapkan pada pencelupan serat tersebut.
Dengan penggunaan zat pengemban, maka akan terjadi hal-hal sebagai berikut :

1. Antara zat pengemban dan zat warna akan terbentuk gabungan-gabungan, sehingga menambah kelarutan zat warna di dalam larutan. Penambahan kelarutan ini menyebabkan penambahan konsentrasi, sehingga terjadi difusi zat warna.

2. Zat pengemban bersifat hidrofil dan mempunyai afinitas terhadap serat, sehingga memperbesar penggelembungan serat. Akibatnya pori-pori terbuka, sehingga memungkinkan molekul zat warna teradsorbsi (masuk).

3. Antara zat pengemban dengan zat warna tidak terjadi reaksi. Pada pengerjaan reduksi dalam larutan reduktor yang alkalis, zat pengemban direduksi dan akan keluar.

Zat warna tetap tinggal di dalam serat dan pori-pori serat akan merapat kembali sehingga zat warna akan tertahan dengan baik di dalam serat. Beberapa zat pengemban dapat menyebabkan adanya noda-noda dan bila direduksi kurang sempurna, dapat menurunkan kekuatan serat dan menurunkan tahan sinar.

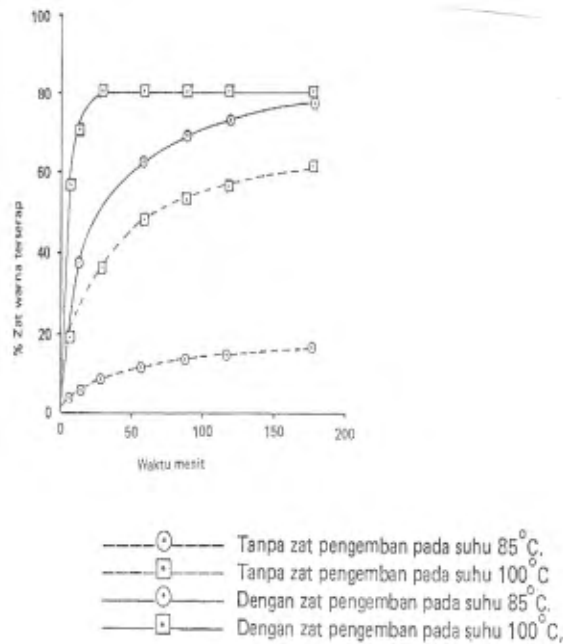
Fungsi zat pengemban dalam pencelupan serat poliester dapat digantikan oleh penggunaan suhu yang tinggi di bawah tekanan. Dengan adanya suhu yang tinggi dan dengan bantuan tekanan, maka serat menggelembung, sehingga zat warna dapat masuk ke dalam serat. Pencelupan pada suhu tinggi terutama untuk benang dengan warna tua. Hasilnya memuaskan dan dapat dikerjakan dalam waktu yang lebih singkat.

Untuk pencelupan kain, pada umumnya digunakan cara fiksasi dengan bantuan panas. Cara ini dikenal juga sebagai cara thermosol. Energi panas digunakan untuk melunakkan serat dan bersamaan dengan itu melelehkan zat warna, sehingga berdifusi ke dalam serat.

Setelah pencelupan berakhir, serat kembali ke bentuk semula dengan zat warna yang terlarut di dalamnya. Cara termosol ini menurut teori zat padat larut dalam zat padat lainnya atau ”*Solid solution*”. alam hal ini zat warna larut di dalam serat.

9.13.3. Faktor-faktor yang Berpengaruh

9.13.3.1 Pengaruh Zat Pengemban

Zat pengemban sangat sulit larut dalam air, akan tetapi harus mudah didispersikan di dalam air, sehingga tidak menimbulkan noda-noda dalam kain. Beberapa jenis zat pengemban berbentuk cairan pada suhu kamar, beberapa jenis lainnya mempunyai titik leleh di bawah suhu optimum untuk pencelupan, sehingga akan segera mengkristal apabila larutan celup didinginkan di bawah titik lelehnya.
Akibat dari keadaan ini ialah susahnya mengemulsikan kembali, sehingga sering menimbulkan noda-noda pada hasil celupannya.

Gambar 9 – 26
Pengaruh Zat Pengemban pada Penyerapan Zat Warna

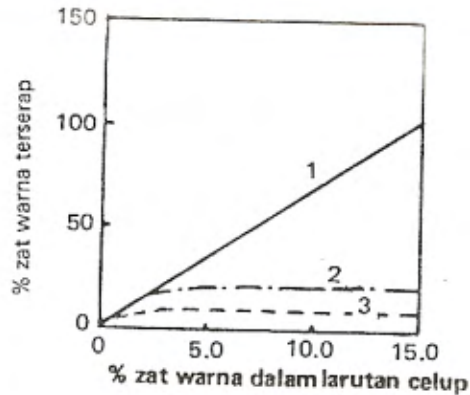
Oleh karena itu pemilihan zat pengemban yang tepat dapat membantu memperoleh hasil pencelupan yang baik.
Pada pencucian reduksi setelah pencelupan, apabila dilakukan kurang sempurna, sisa zat pengemban tersebut dapat menurunkan tahan sinar, tahan cuci dan bau yang tidak sedap.

9.13.3.2 Pengaruh Suhu

Pada pencelupan cara zat pengemban, peranan suhu tidak begitu berpengaruh. Akan tetapi pada pencelupan cara suhu tinggi peranan suhu ini sangat jelas sekali, yaitu dapat mempercepat migrasi, menambah jumlah zat warna yang terserap dan memperpendek waktu pencelupan. Lihat gambar 8-11

9.13.3.3 Pengaruh Ukuran Molekul Zat Warna

Bentuk dan ukuran molekul zat warna sangat erat hubungannya dengan sifat kerataan dalam pencelupan dan sifat sublimasi.

Molekul dengan sifat kerataan dalam pencelupan yang baik akan tetapi mudah bersublimasi lebih sesuai untuk pencelupan cara zat pengemban, sedang yang mempunyai sifat medium lebih sesuai untuk cara suhu tinggi. Pencelupan cara termosol lebih sesuai menggunakan molekul dengan sifat kerataan dalam pencelupan dan sifat sublimasi yang sangat baik.

1. Dicelup pada suhu 120°C (250°F)
2. Dicelup pada suhu 100°C (212°F)
3. Dicelup pada suhu 85°C (185°F)

Gambar 9 – 27
Pengaruh Suhu pada Penyerapan Zat Warna

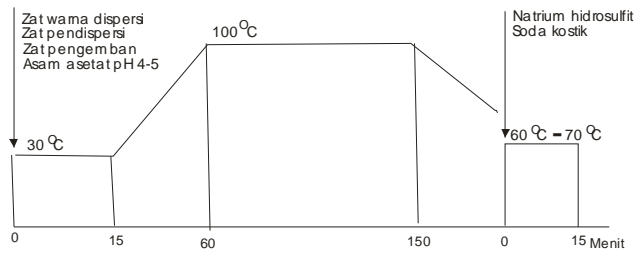
9.13.4. Cara Pemakaian

9.13.4.1. Pencelupan pada Bahan dari Serat Selulosa Asetat

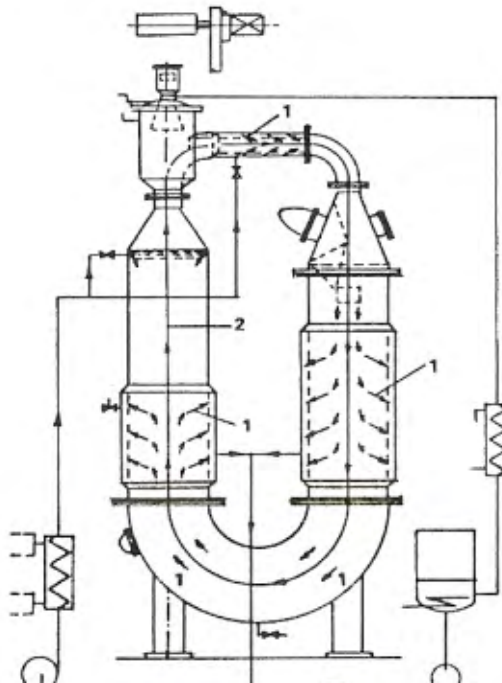
Bahan dari serat selulosa asetat yang telah dimasak, dicelup dalam larutan celup yang mengandung 1,5 ml/zat pendispersi, dan zat warna dispersi pada suhu kamar selama 15 menit. Selanjutnya suhu dinaikkan perlahan-lahan sampai 70 – 80^{0}C dan pencelupan diteruskan selama 1 jam pada suhu tersebut. Setelah selesai bahan dicuci bersih.

9.13.4.2. Pencelupan pada Bahan dari Serat Poliester dengan Bantuan Zat Pengemban

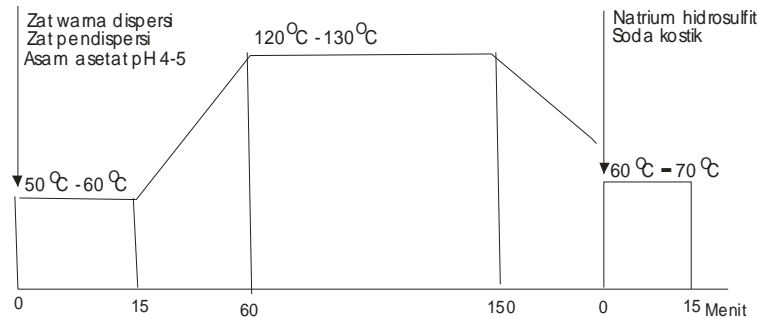
Zat pengemban sebanyak 5 – 10% dari berat bahan atau 0,1 – 0,3% dari larutan ditambahkan ke dalam larutan celup yang mengandung zat pendispersi pada suhu 70^{0}C. Bahan dari serat poliester yang telah dimasak, dikerjakan di dalam larutan tersebut selama 15 – 30 menit. Kemudian ke dalam larutan celup tersebut ditambahkan zat warna dispersi yang pencelupan diteruskan selama 2 jam. Setelah selesai bahan direduksi, dicuci dan disabun.

Pencelupan dengan cara zat pengemban ini dapat dilakukan dengan alat sederhana dan terbuka, akan tetap warna yang diperoleh hanya terbatas pada warna muda atau sedang. Waktu pencelupannya relatif lama dan tendensi ketidakrataan sangat besar.

Gambar 9 - 28
Skema pencelupan poliester dengan zat warna dispersi cara zap pengemban

9.13.4.3. Pencelupan pada Bahan dari Serat Poliester dengan Suhu Tinggi

Bahan dari serat poliester yang sudah dimasak, dikerjakan dalam larutan celup yang mengandung zat warna dispersi, 1 ml/l asam asetat 90%, 5 g/l amonium, 1 ml/l zat pendispersi, dan zat penyangga pH 5 – 5,5 pada suhu 60^0C. 15 menit kemudian suhu dinaikkan perlahan sampai 130^0C dan pencelupan diteruskan selama 30 – 60 menit pada suhu tersebut.

Gambar 9 – 29
Pencelupan dengan Cara Suhu Tinggi Memakai Mesin Jet Stream

Keterangan :
1. Sirkulasi larutan zat warna
2. Kain

Setelah selesai bahan direduksi, dicuci, disabun dan dibilas. Cara pencelupan suhu tinggi dapat menghemat pemakaian zat warna dengan kerataan hasil pencelupan yang lebih baik. Selain itu waktunya relatif lebih pendek tanpa penggunaan zat pengemban yang harganya cukup malah.

Gambar 9 - 30
Skema pencelupan poliester dengan zat warna dispersi cara suhu tinggi

9.13.4.4. Pencelupan pada Bahan dari Serat Poliester Cara Thermosol

Proses termosol sangat sederhana dan terdiri dari empat tahap. Mula-mula bahan yang berupa kain dari serat poliester direndam peras dalam larutan zat warna dispersi, kemudian dikeringkan. Selanjutnya zat warna difiksasi dengan cara pemanasan dengan udara panas.

Setelah selesai, bahan dicuci reduksi, dicuci, disabun dan dibilas.
Pencelupan cara termosol sangat sesuai untuk bahan dalam bentuk ain dalam jumlah yang sangat besar, sehingga dapat diperoleh warna yang tepat sama.

9.13.4.5. Pencelupan pada Bahan Serat Poliakrilat

Serat poliakrilat dapat juga dicelup dengan zat warna dispersi, hanya penyerapannya lambat, sehingga warna yang diperoleh adalah warna muda sampai sedang. Penyerapan yang baik terjadi pada suhu di atas 110^{0}C, akan tetapi dapat mempengaruhi seratnya.

Bahan dari serat poliakrilat yang telah dimasak, dicelup dalam larutan celup yang mengandung zat warna dispersi, 1 g/l natrium dihidrogen fosfat 0,5 ml/l asam asetat 80%, g/l zat pendispersi yang non ionik pada suhu mendidih selama 1 ½ jam. Setelah selesai bahan dicuci, disabun dan dibilas.

9.13.4.6. Pencelupan pada Bahan dari Serat Poliamida

Pencelupan bahan dari serat poliamida, seperti halnya pencelupan pada bahan dari serat selulosa asetat.
Bahan dari serat poliamida yang telah dimasak dicelup dalam larutan celup yang mengandung zat warna dispersi 25 ml/l zat pendispersi pada suhu kamar selama 15 menit. Selanjutnya, suhu dinaikkan perlahan-lahan sampai mendidih dan pencelupan diteruskan selama 45 menit. Setelah selesai bahan dicuci, disabun dan dibilas.

9.13.5. Cara Melunturkan

Kesalahan hasil celupan bahan dari asetat poliester dengan zat warna dispersi dapat dilunturkan dengan tiga cara, yaitu :

1. Dengan reduksi dalam larutan 4 ml/l soda kostik 38^0Be, 5 g/l natrium hidrosulfit, dan 2 g/l zat pengemban pada suhu 120^0C selama 30 menit, kemudian dicuci bersih. Pada umumnya cara ini hanya menghasilkan pelunturan sebagian saja.
2. Dengan oksidasi dalam larutan 3 g/l natrium klorit (Textone) 1,5 g/l zat pengemban, 2 g/l natrium nitrit dan asam formiat pH 3,5 pada suhu 125^0C selama 30 menit.
   Hasil pelunturannya lebih baik dari pada cara pertama.
3. Apabila dikehendaki hasil pelunturan yang sempurna, sehingga bahan hampir putih kembali, dapat dilakukan cara pelunturan pertama, kemudian dilanjutkan dengan cara kedua.

9.14 Pencelupan Bahan dari Serat Campuran

Pencelupan bahan tekstil yang terbuat dari serat campuran merupakan suatu pekerjaan yang sangat rumit. Hal ini disebabkan oleh sifat fisika dan kimia dari masing-masing zat serat yang berbeda satu dengan lainnya sehingga pemilihan zat warna yang akan dipergunakan dan cara pencelupannya harus diperhatikan.

Di dalam praktek, percampuran serat pada umumnya hanya terdiri dari dua macam serat saja sehingga kesulitan-kesulitan yang dihadapi dapat dikurangi.
Hasil pencelupannya dapat memberikan efek warna yang bermacam-macam.

Beberapa efek warna yang dapat diperoleh adalah :

1. Efek ”*Solid Colour*”, dimana kedua macam serat di dalam campuran tersebut dicelup dengan corak warna dan tingkat ketuaan warna yang sama misalnya merah, kuning atau biru pada tingkat ketuaan warna yang sama.

2. Efek ”*Reservation*”, dimana salah satu serat di dalam campuran tersebut sama sekali tidak diwarnai sehngga timbul bintik-bintik putih misalnya warna biru dengan bintik-bintik bupih.

3. Efek ”*Tone in Tone*”, di mana salah satu serat dalam campuran tersebut tercelup lebih tua dari yang lainnya, misalnya biru tua dan biru muda.
4. Efek ”*Cross Dyeing*”, di mana kedua serat di dalam campuran tersebut dicelup dengan corak warna yang berbeda, misalnya biru dan merah.

Efek warna yang dihasilkan dapat diatur sesuai dengan keinginan.

9.14.1. Cara Pencelupan

9.14.1.1. Pencelupan Bahan Campuran Serat Wol-Kapas Cara Larutan Tunggal Suasana Netral

Pada cara ini, zat warna asam dan direk dipergunakan bersama-sama dan dicampur dalam satu bejana celup dengan penambahan 10% garam glauber untuk menambah penyerapannya.

Bahan yang telah dimasak, dicelup dalam larutan celup pada suhu hangat, kemudian suhu dinaikkan sampai mendidih selama 15 menit. Pencelupan diteruskan pada suhu mendidih selama 30 menit sehingga serat wolnya tercelup. Larutan celup didinginkan dan bahan dicelup pada suhu dingin tersebut selama 30 menit. Pada waktu tersebut serat kapasnya akan tercelup.

Apabila pencelupan ini dilakukan terbalik, yaitu mula-mula dicelup dingin kemudian didihkan maka celupan serat kapasnya akan luntur kembali. Kadang-kadang pencelupan cara ini menggunakan tiga bejana celup, dimana bejana pertama berisi kedua macam zat warna tersebut, dua bejana lainnya masing-masing berisi satu zat warna sehingga dapat memberi efek pada seratnya.

9.14.1.2. Pencelupan Bahan Campuran Serat Wol-Kapas Cara Larutan Tunggal Suasana Asam

Cara ini memberikan suatu keuntungan tertentu dari pada cara pertama, dimana serat wolnya dicelup da kondisi yang paling baik, sehingga serat selulosa tidak dinodai oleh zat warna asam. Selain itu diperoleh ketahanan cuci dan ketahanan gosok yang lebih baik. Akan tetapi perlu pemilihan zat warna direk yang dipakai, yaitu yang sekecil mungkin menodai serat wol.

Larutan celup mengandung zat warna asam milling, zat warna direk, 2% asam asetat, 10% garam glauber dan 3% zat perata. Bahan dimasukkan dalam keadaan dingin ke dalam larutan celup tersebut, lalu suhu dinaikkan hingga mendidih dalam waktu 15 menit. Pencelupan diteruskan pada suhu mendidih selama 15 menit, dan kemudian biarkan dingin selama 45 menit.

9.14.1.3. Pencelupan Bahan Campuran Serat Wol-Kapas Cara Larutan Ganda

Mula-mula bahan dicelup dalam bejana celup pertama yang mengandung zat warna asam celupan rata, 20% garam glauber dan 3% asam sulfat pada suhu

mendidih selama 30 menit. Setelah selesai bahan dicuci bersih. Pada tahap ini serat wol akan tercelup.

Selanjutnya bahan dicelup dalam bejana kedua yang mengandung zat warna direk, 40% garam glauber dan 6% ”*Woolresisting agent*” pada suhu yang lebih dingin yaitu 50^0C selama 45 menit. Pada tahap ini serat kapas akan tercelup.

9.14.1.4. Pencelupan Bahan Campuran Serat Wol-Sutera

Campuran wol sutera dapat dicelup dengan zat warna asam zat warna direk atau zat warna mordan. Ketuaan warna yang dapat dicapai pada kedua macam serat tersebut bergantung kepada kenaikan suhu atau penurunan jumlah asam yang dipergunakan dalam pencelupan untuk serat wolnya.

Untuk ”*Solid colour*” bahan dicelup dalam bejana celup pertama yang mengandung zat warna asam celupan rata, 10% garam glauber dan 5% asam sulfat pada suhu 60^0C selama beberapa menit. Suhu dinaikkan hingga 95^0C atau mendidih dalam waktu 30 menit, dan pencelupan diteruskan sampai diperoleh warna yang rata.

Selanjutnya bahan dicelup dalam bejana kedua yang mengandung zat warna direk dan 20% garam glauber, pada suhu 60^0C. Suhu dinaikkan hingga mendidih dalam waktu 10 – 15 menit, dan kemudian pencelupan diteruskan selama 45 menit. Selama pencelupan suhu dijaga agar tidak lebih rendah dari 90 – 95^0C. Jika perlu ditambahkan 0,5% asam asetat untuk menambah ketuaan warna pada serat wolnya.

Pada celupan ”*Reserved*” sutera, bahan dicelup dalam larutan celup yang mengandung zat warna asam celupan rata yang tertentu, 10% garam glauber dan 0,5% asam asetat pada suhu 90 – 95^0C. Kemudian suhu dinaikkan hingga mendidih, dan pencelupan diteruskan selama 60 – 90 menit.

Penodaan (pewarnaan) pada sutera dapat dikurangi dengan pengerjaan lebih lanjut dalam larutan 2 g/l natrium hidrosulfit pada suhu 40^0C selama 30 menit.

9.14.1.5. Pencelupan Bahan Campuran Serat Wol-Selulosa Asetat

Serat wolnya sendiri dapat dicelup dengan zat warna asam celupan rata atau zat warna asam milling dengan penambahan asam lemah agar tidak merusak serat selulosa asetat.

Dengan pemakaian zat warna dispersi untuk mewarnai serat selulosa asetat, dengan kondisi tertentu dapat diperoleh ”*Solid colour*”. Akan tetapi karena serat wolnya juga terwarnai oleh zat warna dispersi maka untuk memperoleh efek dua warna sangat terbatas.

Mula-mula bahan dicelup dalam larutan celup yang mengandung zat warna asam milling, zat warna dispersi, 20% garam glauber dan zat pendispersi pada

suhu 50^0C. Selanjutnya suhu dinaikkan sampai 80 – 85^0C selama 30 menit dan pencelupan diteruskan selama 45 menit pada suhu tersebut.

9.14.1.6. Pencelupan Bahan Campuran Serat Viskosa Rayon - Selulosa Asetat

Campuran viskosa rayon dan selulosa asetat dapat dicelup sehingga diperoleh warna yang kontras karena kedua serat tersebut mempunyai sifat pencelupan yang berbeda sama sekali. Pencelupannya menggunakan campuran zat warna direk dan zat warna dispersi dengan hasil yang memuaskan, asalkan zat warna direk yang dipergunakan harus dipilih yaitu yang tidak menodai serat selulosa asetat.

Bahan dicelup dalam larutan celup yang mengandung zat warna dispersi dan zat warna direk, 30% natrium chlorida pada suhu 80 – 85^0C selama 45 menit. Setelah selesai bahan dicuci bersih.

9.14.1.7. Pencelupan bahan Campuran Serat Wol-Nylon (Poliamida)

Sejak perkembangan pemakaian kaos wol yang mengandung 30% nylon, maka campuran wol-nylon pada waktu ini memegang peranan penting. Zat warna yang umum dipergunakan adalah zat warna asam atau zat warna mordan, di mana kedua zat warna ini dapat mewarnai kedua serat tersebut.

Untuk mendapatkan ”*solid colour*”, pemilihan zat warna dan kondisi pencelupannya harus diperhatikan dengan seksama. Terutama apabila dipakai campuran dua macam zat warna, di mana masing-masing zat warna mempunyai penyerapan yang berbeda-beda pada kedua zat tersebut, maka akan dihasilkan celupan dengan efek ketuaan warna yang berbeda (*tone in tone*).

Zat warna asam celupan rata, lebih cenderung untuk memperoleh warna sedang apabila diinginkan warna tua dilanjutkan menggunakan zat warna mordan. Apabila menggunakan zat warna asam celupan rata mula-mula bahan dicelup dalam larutan celup yang mengandung zat warna asam, garam glauber 10% dan asam formiat 4%, pada suhu hangat. Selanjutnya suhu dinaikkan sampai mendidih selama 30 menit, dan pencelupan diteruskan pada suhu tersebut selama 60 menit. Sedangkan apabila menggunakan zat warna asam milling, diperlukan penambahan 2% garam glauber dengan cara pencelupan yang sama seperti pada pengguna zat warna asam celupan rata.

Pada pencelupan dengan zat warna mordan, larutan celup mengandung zat warna morda dan 1% asam asetat. Bahan dimasukkan dalam keadaan dingin, kemudian suhu dinaikkan hingga 95 – 100^0C dalam waktu 20 menit. Setelah 10 menit pada suhu ini, perlu penambahan 3% asam formiat, dan pencelupan diteruskan selama 10 menit lagi sampai penyerapan sudah merata. Kemudian ditambah 0,5% kalium bicromat dan pengerjaan diteruskan pada suhu

95 – 100^{0}C selama 1 jam. Terakhir ditambahkan 2,5% natrium-tiosulfat dan pengerjaan diteruskan selama 30 menit.

9.14.1.8. Pencelupan Bahan Campuran Serat Nylon-Kapas dengan Zat Warna Dispersi dan Zat Warna Direk

Jenis campuran ini dapat dicelup dengan zat warna dispersi dan zat warna direk dengan penambahan natrium karbonat untuk mencegah penyerapan zat warna direk dan nylon.
Larutan celup mengandung zat warna dispersi tertentu, zat warna direk dan 1 g/l natrium karbonat. Pencelupan dilakukan mulai dari suhu dingin, lalu suhu dinaikkan hingga 95 – 100^{0}C dalam waktu 15 menit, dan pencelupan diteruskan pada suhu tersebut selama 45 menit.

9.14.1.9. Pencelupan Bahan Campuran Serat Nylon-Kapas dengan Zat Warna Bejana atau Zat Warna Belerang dan Zat Warna Asam Milling

Bahan campuran nylon-kapas pada umumnya dapat dicelup sampai tua dengan zat warna bejana atau zat warna belerang, dimana serat nylonnya tidak akan terwarnai. Jika diperlukan serat nylonnya dicelup dengan zat warna asam milling tertentu dalam larutan celup yang baru.

Mula-mula dilakukan pencelupan serat kapasnya sebagaimana cara-cara yang umum dipakai, kemudian setelah bahan dioksidasi perlu dibilas dengan larutan asam asetat untuk menghilangkan sisa alkali. Hal ini sangat penting agar diperoleh hasil yang memuaskan pada pencelupan serat nylonnya.

Selanjutnya bahan dicelup dalam larutan celup yang mengandung zat warna asam milling, 2 g/l zat pembasah non ionik (Lissapol N) pada suhu 60^{0}C selama beberapa menit. Akhirnya suhu dinaikkan sampai 85 – 100^{0}C dan pencelupan diteruskan selama 1 jam. Sebagai pengganti zat warna bejana, dapat dipergunakan zat warna belerang dengan cara-cara yang sama seperti pada pencelupan bahan dari serat kapas 100%.

9.14.1.10. Pencelupan Bahan Campuran Serat Nylon-Kapas dengan Zat Warna Bejana Larut

Hasil pencelupan dengan efek ”*Solid Colour*” dan ketahanan sinar yang baik dapat diperoleh dengan penggunaan zat warna bejana larut.

Larutan celup mengandung zat warna bejana larut, 20 g/l natrium chlorida, 4 g/l natrium nitrit dan 0,5 g/l natrium karbonat. Pencelupan dilakukan pada suhu 40^{0}C selama 30 menit, lalu diperas tanpa dibilas dan selanjutnya dikerjakan dalam larutan 10 ml/l asam sulfat pekat pada suhu dingin selama 15 menit. Setelah selesai, bahan dibilas dan dikerjakan dalam larutan mendidih 2 g/l detergen, dibilas dan dikeringkan.

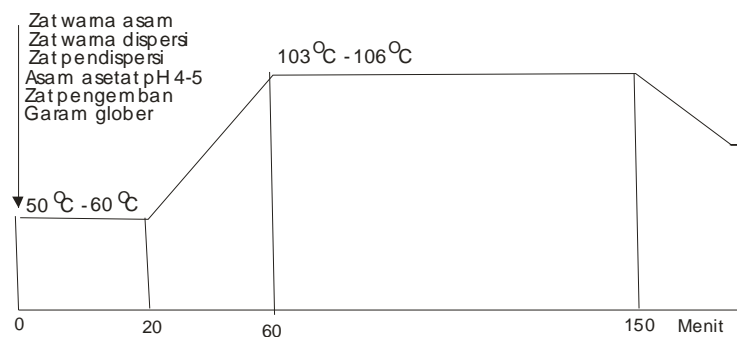
9.14.1.11. Pencelupan Bahan Campuran Serat Wol-Poliester

Campuran wol-poliester pada dewasa ni banyak sekali dipergunakan sebagai bahan pakaian karena dengan adanya poliester di dalam campuran tersebut, dapat menambah keawetan dan ketahanan kusut bahan tersebut.

Tentu saja di dalam pencelupannya, penggunaan suhu yang sangat tinggi sebagaimana pada pencelupan bahan dari serat poliester 100% atau campurannya dengan kapas dihindarkan.
Demikian halnya pencelupan dalam waktu yang lama dapat menimbulkan kerusakan pada serat wolnya.
Oleh karena itu pencelupan cara larutan tunggal menggunakan zat warna dispersi, zat warna asam atau zat warna kompleks logam lebih menguntungkan dari pada cara larutan ganda.

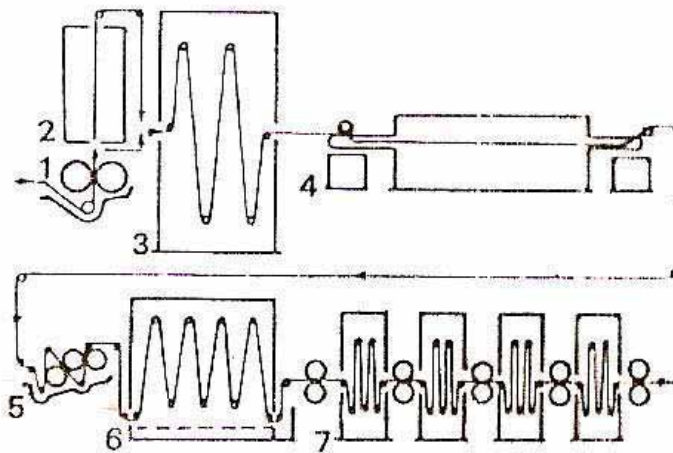
Di samping itu untuk pencelupan yang kontinyu poliesternya dapat dicelup dengan cara thermosol sedang wolnya dicelup dengan cara-cara yang konvensional. Pada pencelupan cara tunggal, bahan dicelupkan dalam larutan celup yang mengandung 5 – 10% garam glauber, 2 g/l zat pengemban dan 1 ml/l asam asetat, pH 5 – 6, dimulai pada suhu 50^{0}C selama 15 menit.

Selanjutnya ditambahkan larutan zat warna dispersi dan zat warna asam atau zat warna kompleks logam dan suhu dinaikkan perlahan-lahan sampai 100 – 106^{0}C. Pencelupan diteruskan pada suhu tersebut selama 1 jam.

Pada pencelupan cara larutan ganda, mula-mula serat poliesternya dicelup dengan cara yang umum dengan penggunaan zat warna dispersi dan zat pengemban. Kemudian setelah bahan dicuci, dilanjutkan dengan pencelupan wolnya menggunakan zat warna asam atau zat warna kompleks logam pada pH 4.
Pada pencelupan kontinyu, serat poliesternya dicelup cara termosol, kemudian setelah bahan direduksi dengan zat pendispersi atau zat pengemulsi pada pH 5 – 6 dan suhu 60^{0}C selama 30 menit, dilanjutkan dengan pencelupan wolnya dengan zat warna kompleks logam.

Gambar 9 - 31
Skema pencelupan poliester wol dengan zat warna dispersi dan zat warna asam

9.14.1.12. Pencelupan Bahan Campuran Serat Poliester–Kapas

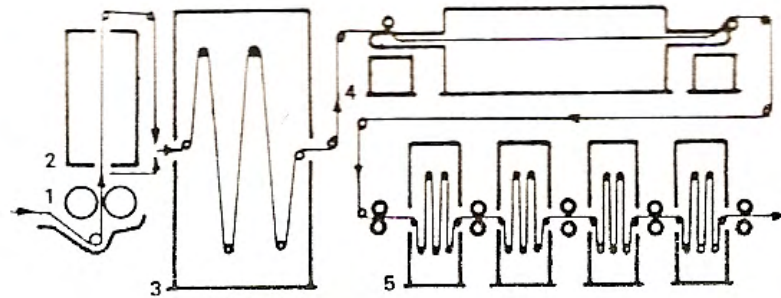
Campuran ini merupakan salah satu bahan campuran yang terpenting di antara serat-serat campuran lainnya. Karena perbedaan yang menyolok dalam sifat kedua serat terhadap zat warna, maka masing-msing serat dapat diwarnai tanpa mengganggu serat lainnya.Pencelupan dengan hasil tahan sinar yang baik dapat diperoleh dengan penggunaan zat warna dispersi cara termosol atau pencelupan dengan suhu tinggi dan kemudian dilanjutkan pencelupan kapasnya dengan zat warna bejana yang secara simultan akan mereduksi penodaan zat warna dispersi pada kapasnya.

Skema pencelupan kain poliester-kapas dengan zat warna dispersi –bejana cara rendam peras penguapan dapat dilihat pada gambar 8-13 .

Gambar 9 – 32
Skema Pencelupan Kain Poliester-Kapas dengan Zat Warna Dispersi Bejana Cara Rendam Peras Penguapan

Keterangan :
1. Rendam peras dalam larutan zat warna
2. Pengeringan pendahuluan
3. Pengeringan
4. *Heat setting* (pemanggangan)
5. Rendam peras dalam larutan natrium
6. Penguapan
7. Pencucian, penyabunan

Kemungkinan lain ialah dengan penggunaan zat warna reaktif dan natrium karbonat yang dapat dimasukkan ke dalam larutan rendam peras bersama-sama dengan zat warna dispersi, diikuti dengan proses pemanggangan (*heat setting*) sehingga terjadi fiksasi kedua zat warna tersebut pada masing-masing serat.

Pada pencelupan dengan zat warna dispersi reaktif larutan rendam peras mengandung 200 g/l urea, zat warna reaktif dingin, 5 g/l natrium bikarbonat, 2 ml/l zat pembasah, zat warna dispersi dan 2 g/l zat anti migrasi. Setelah bahan direndam peras dalam larutan ini pada suhu dingin, kemudian dikeringkan pada suhu 110^{0}C, dipanggang pada suhu 180^{0}C selama 2 menit, dan akhirnya disabun dalam larutan 3 g/l lissapol NC pada suhu 85^{0}C selama 30 menit.

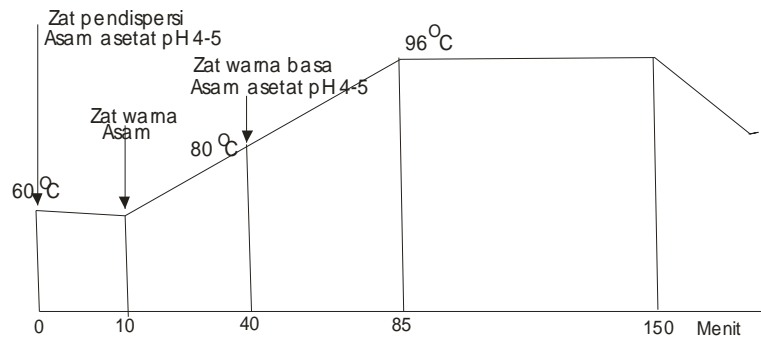
Skema pencelupan kain poliester-kapas dengan zat warna dispersi-reaktif cara rendam peras pemanggangan dapat dilihat pada gambar nomor 8 – 14.

Gambar 9 – 33
Skema Pencelupan Kain Poliester - Kapas dengan Zat Warna Dispersi Reaktif Cara Rendam Peras Pemanggangan

Keterangan :
1. Rendam peras
2. Pengeringan pendahuluan
3. Pengeringan
4. *Heat setting* (pemanggangan)
5. Pencucian, penyabunan.

Pada pencelupan dengan zat warna poliester, yaitu zat warna bejana yang dipilih dan dirancang untuk pencelupan bahan campuran dari serat poliester kapas, bahan direndam peras dalam larutan zat warna tersebut, kemudian dipanggang pada suhu kira-kira 210^{0}C selama 40 – 50 detik, sehingga terjadi penetrasi dan fiksasi zat warna pada serat poliester.

Pengerjaan dilanjutkan dalam larutan hidrosulfit dan soda kostik untuk menghilangkan sisa-sisa zat warna dari permukaan serat poliester dan secara simultan zat warna terfiksasi pad serat kapas. Kemudian diikuti dengan oksidasi dan penyabunan.

9.14.1.13. Pencelupan Bahan Campuran Serat Poliakrilat-Wol

Proses pencelupan dengan larutan tunggal dua tahap seringkali dipergunakan, dimana mula-mula sepoliakrilat dicelup dengan zat warna basa dan kemudian apabila sudah selesai ditambahkan zat warna asam untuk mencelup wolnya.

Gambar 9 - 34
Skema pencelupan poliakrilat-wol dengan zat warna asam dan basa

9.14.1.14. Pencelupan Bahan Campuran Serat Nylon-Poliester

Campuran nylon dan terylene mempunyai sifat-sifat yang hampir sama dengan bahan yang terbuat dari salah satu jenis serat tersebut. Akan tetap campuran tersebut dapat juga diwarnai dengan efek ”*reservation*” pada serat poliester tersebut maupun efek ”*tone in tone*”.

Pada penggunaan zat warna asam celupan rata atau milling atau zat warna kompleks logam, serat poliesternya akan tetapi putih, sedang pada penggunaan zat warna dispersi, serat poliesternya akan terwarnai lebih tua sehingga diperoleh efek ”*tone in tone*”.

9.14.1.15. Pencelupan Bahan Campuran Serat Nylon-Selulosa Triasetat

Bahan ini dipakai untuk bahan pakaian yang ringan seperti bahan-bahan halus dan dicelup dengan zat warna dispersi atau zat warna dispersi reaktif. Kadang-kadang mungkin diperlukan penambahan zat warna dispersi yang lebih mudah menyerap pada serat triasetat untuk menambah ketuaan pencelupan.

Pencelupan dapat dilakukan pada suhu tinggi (110 – 120^{0}C) tanpa zat pengemban, atau pada suhu mendidih dengan penambahan zat pengemban.

9.15 Pencelupan Serat-serat Sintetik

9.15.1. Pencelupan Serat-serat Poliamida

Serat poliamida merupakan serat sintetik yang hidrofob sehingga zat warna yang sukar larut dalam air misalnya zat warna dispersi dapat dipergunakan untuk mencelup serat tersebut. Zat warna dispersi pada poliamida mudah menutupi kekurangan-kekurangan yang terdapat pada serat poliamida dan

tahan cucinya untuk warna-warna muda adalah baik. Tetapi untuk warna-warna tua selain sukar dicapai juga tahan cucinya akan berkurang.

Untuk memperoleh ketahanan-ketahanan yang lebih baik maka dapat digunakan zat warna yang larut. Molekul serat poliamida serupa dengan serat-serat protein yakni mengandung serjumlah gugusan amina primer dan amina sekunder yang dapat mengikat zat warna asam meskipun kemampuan penyerapan lebih kecil. Zat warna mordan asam dan zat warna yang mengandung logam dapat pula digunakan untuk mencelup warna tua dengan ketahanan yang tinggi. Tetapi kerugiannya adalah tidak dapat menutupi kekurangan-kekurangan dalam molekul poliamida dalam serat.

Pada tahun 1959 I.C.I memproduksi zat warna reaktif yang disebut Procinyl, terutama untuk mencelup serat-serat poliamida. Zat warna tersebut merupakan zat warna dispersi yang mengandung sistim reaktif jenis triazin. Dalam suasana netral sifat-sifatnya seperti zat warna dispersi, tetapi bila ditambahkan alkali maka zat warna tersebut akan bereaksi dengan serat dan memberikan ketahanan cuci yang baik.

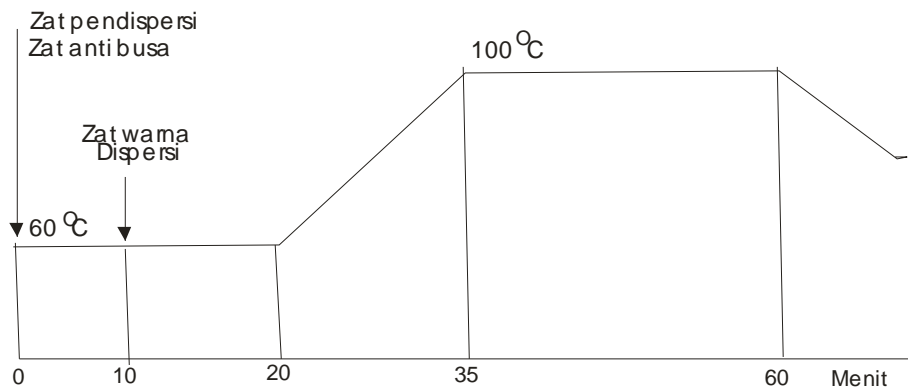
9.15.1.1. Pencelupan Zat Warna Dispersi

Cara pencelupan zat warna dispersi pada srat poliamida seperti pencelupan pada serat selulosa asetat. Zat warna dispersi ditaburkan di atas air sebanyak 10 atau 20 kalinya sambil diaduk untuk membuat pasta. Pemakaian air mendidih atau penambahan zat pendispersi yang tidak diencerkan lebih dahulu untuk membuat pasta zat warna adalah kurang baik oleh karena mudah menggumpalkan zat warnanya.
Penambahan zat pendispersi sebanyak 1 – 2 gram per liter ke dalam larutan celup berguna untuk membantu membuat suspensi zat warna dan pula mengurangi kecepatan penyerapannya.

Bahan dimasukkan ke dalam larutan celup waktu masih dingin dan suhu dinaikkan hingga 85^{0}C dalam waktu 30 menit, kemudian diteruskan selama 45 menit. Tahan sinar zat warna dispersi pada serat poliamida bernilai antara 4 – 6 dan tahan cucinya sangat beraneka, misalnya sampai dapat bernilai 2 terutama pada warna celupan tua. Zat warna dispersi berkecenderungan menyublim kalau dipanaskan pada suhu tinggi sehingga akan menodai bagian-bagian di sampingya.

9.15.1.2. Pencelupan dengan Zat warna Solacet

Solacet merupakan zat warna pigmen azo yang mempunyai gugusan pelarut N-beta alkil hidroksi. Pencelupan zat warna tersebut pada serat poliamida sangat sederhana. Bahan dimasukkan ke dalam larutan celup yang dingin dan suhu dinaikkan hingga 80 – 85^{0}C, kemudian pencelupan diteruskan selama 45 – 60 menit.

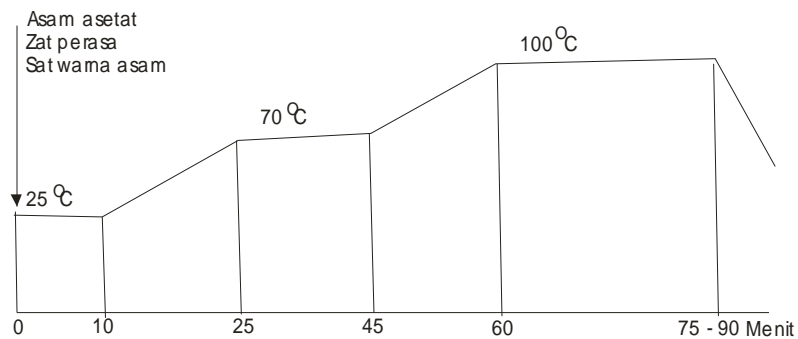
Pada pencelupan warna-warna tua perlu penambahan asam asetat 30% sebanyak 1% untuk memperbesar penyerapan. Zat warna Solacet sukar mengadakan migrasi tidak seperti zat warna dispersi yang mudah rata dengan pendidikan yang lebih lama atau dengan penambahan zat pendispersi.

Gambar 9 - 35
Skema pencelupan poliamida dengan zat warna dispersi

9.15.1.3. Pencelupan dengan Zat Warna Asam

Dalam mekanisme pencelupan serat poliamida dengan zat warna asam, gugusan amina primer pada molekul poliamida memegang peranan penting. Gugusan-gugusan amina tersebut mudah mengikat ion hidrogen untuk membentuk gugusan amonium.
Gugusan inilah yang dapat mengikat anion zat warna. Tetapi karena jumlah gugusan amina sangat sedikit maka tidak diperoleh penyerapan yang besar terutama pada pencelupan yang menggunakan campuran zat warna yang mempunyai daya serap yang berbeda-beda.

Pencelupan zat warna pada serat poliamida serupa dengan pencelupan pada serat wol. Misalnya zat warna asam celupan rata tidak akan terserap baik apabila tidak disertai dengan penambahan asam kuat, sedangkan zat warna asam dengan ketahanan tinggi akan tercelup dalam suasana netral.

Asam yang digunakan adalah asam format sebanyak 2 – 5% dan bukan asam sulfat oleh karena mudah merusak serat.
Penambahan garam glauber tidak banyak memberi pengaruh, maka sebaiknya digunakan senyawa perata yang bersifat non ion atau dicampur dengan senyawa kation.

Bahan dimasukkan waktu larutan celup masih dingin kemudian suhu dinaikkkan sampai mendidih dan dicelupkan selama 1 jam. Zat warna yang terserap baik dengan asam-asam lemah dapat digunakan asam asetat 80% atau amonium asetat sebanyak 1 – 3%.

Gambar 9 - 36
Skema pencelupan poliamida dengan zat warna asam

9.15.1.4. Pencelupan dengan Zat Warna Mordan Asam

Celupan zat warna tersebut akan memberikan tahan sinar dan cuci yang baik. Tetapi oleh karena tidak mengadakan migrasi maka cara pencelupannya harus lebih hati-hati. Pada pencelupan tahap pertama zat warna diserap seperti halnya zat warna asam. Kemudian bahan dicelupkan ke dalam larutan celup yang baru untuk pengerjaan pengkhroman yang terdiri dari 3 – 45 asam fromat 85% dan senyawa bikhromat sebanyak :

0,5% bikhromat untuk celupan dengan warna sampai 2%
1% bikhromat untuk celupan antara 2 – 6%
2% bikhromat untuk celupan lebih dari 6%

Peng-khrom-an dilakukan dalam larutan yang mendidih selama 1 jam pembentukan senyawa kompleks zat warna dengan khrom memerlukan pengubahan unsur khrom bervalensi 6 menjadi 3. Untuk serat wol reaksi reduksi tersebut dilakukan oleh molekul keratin.

Sedangkan untuk serat poliamida, terutama warna-warna muda, dilakukan oleh sistim yang terdiri dari zat warna dan asam yang telah terserap oleh serat. Tetapi untuk celupan dengan warna tua proses reduksi tersebut tidak dapat dikerjakan dengan baik sehingga perlu direduksi dengan penambahan natrium tiosulfat sebanyak 2 kali berat zat warna dan dididihkan selama 30 menit.

9.15.2. Penceluapn Serat Poliakrilat

Serat-serat poliakrilat selalu mengandung kopolimer yang sangat berguna dalam mekanisme pencelupannya. Sebagai contoh serat scrilen 1656 mengandung kopolimer bersifat basa yang mempunyai afinitas terhadap zat warna asam, sedangkan courtelle dan serat-serat poliakrilat yang lain mengandung kopolimer dengan gugusan negatif sehingga serat poliakrilat tersebut mempunyai afinitas yang besar terhadap zat warna basa atau zat warna kation meskipun serat-serat tersebut bersifat hidrofob.

9.15.2.1. Pencelupan dengan Zat Warna Dispersi

Serat poliakrilat akan tercelup oleh zat warna dispersi pada suhu 95 – 100^{0}C. Tetapi oleh karena penyerapannya perlahan-lahan maka tidak baik untuk warna-warna tua.
Pencelupan pada suhu mendidih (100^{0}C) akan berhasil baik untuk warna-warna muda dan sedang. Untuk memperbesar penyerapan perlu dilakukan pencelupan pada suhu di atas 100^{0}C, tetapi perlu diingat bahwa suhu di atas 110^{0}C serat-serat poliakrilat akan sangat mengkerut sehingga suhu tersebut dapat dipakai sebagai batas dalam pencelupan.

Beberapa zat warna dispersi yang terserap baik pada suhu di sekitar 100^{0}C adalah :

Supratec Fast Yellor 2R	(C.I. Dispers Yellow I)
Artisil Direct Yellow G	(C.I. Dispers Yellow I)
Cibacet Violet 2R	(C.I. Dispers Violet I)
Duranol Brilliant Blue B	(C.I. Dispers Blue 1)

Tabel 9 – 2
Penyerapan Zat Warna Dispersi pada Serat-Serat Poliakrilat, Poliamida dan Asetat Sekunder

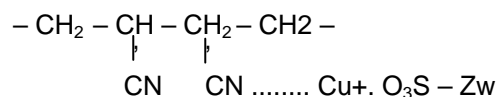
Zat Warna	Persentase Penyerapan Zat Warna		
	Poliakrilat	Polliamida	Asetat Sekunder
Dispersol Fast Yellow G	1,4	4,8	7,4
Dispersol Fast Orange G	1,1	1,8	7,3
Duranol Red 2B	1,8	4,5	11,0
Duranol Blue Green B	1,0	9,5	10,8

Karena afinitas serat poliakrilat terhadap zat warna dispersi kecil maka mudah diperoleh celupan yang rata dengan ketahanan cuci dan sinar yang baik dan tidak pula terpengaruh oleh gas-gas. Akan tetapi sering pula terjadi penodaan karena pengaruh sublimasi sewaktu pemanasan yang berlebihan.

9.15.2.2. Pencelupan dengan Zat Warna Asam

Serat poliakrilat dapat dicelup dengan zat warna asam dengan pengerjaan yang disebut proses ion kupro yang berfungsi sebagai pembentuk kompleks koordinat antara garam-garam tembaga dengan senyawa nitril. Jenis ikatan yang terbentuk belum diketahui dengan pasti, tetapi dapat digambarkan bahwa ion tembaga yang terserap akan memberikan muatan positif.

Muatan positif tersebut mempunyai daya ikat terhadap komponen zat warn asam yang bermuatan negatif.

$$
\begin{array}{l}
- CH_2 - CH - CH_2 - CH2 - \\
\qquad\quad | \qquad\quad | \\
\qquad\quad CN \quad\; CN \text{ .... } Cu^{+}.\ O_3S - Zw
\end{array}
$$

Ion kupro dalam serat poliakrilat dapat diberikan dengan mereduksi garam kupri sulfat dalam larutan celup. Sebagai reduktor dapat dipergunakan senyawa hidroksi amina sulfat. Tetapi dapat pula dipergunakan natrium bisulfit, terutama pada pencelupan dengan suhu di atas 100^0C.

Salah satu cara pencelupan dengan ion kupro adalah sebagai berikut : Mula-mula dibuat larutan celup yang mengandung zat warna dan tembaga sulfat dengan jumlah yang sama. Jumlah tembaga sulfat yang dipergunakan kira-kira 1 – 6% dari berat bahan.

Dalam pencelupan dengan suhu mendidih di bawah tekanan Atmostif, penambahan garam hidroksiamina sulfat adalah sebagai berikut :

Persen zat warna terhadap bahan	Permil hidroksiamina terhadap larutan
0,5	0,01
3,0	0,04
8,0	0,08

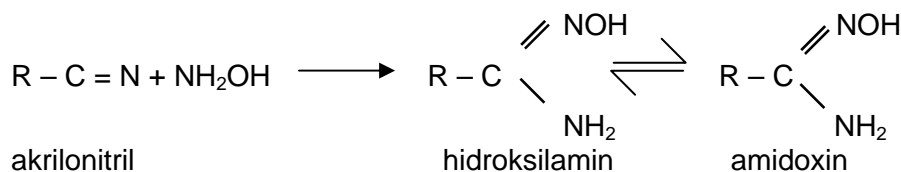
Untuk meratakan penyerapan ion kurpro, sebaiknya penambahan hidroksiamina sulfat dikerjakan sedikit demi sedikit. Ion khlorida yang dapat membentuk suatu komplek $CuCl_2$ akan memberikan penyerapan lebih rata, sehingga diperlukan penambahan natrium khlorida sebanyak 7 – 8% berat bahan.

Garam hidroksiamina dapat mereduksi zat-zat warna azo yang mengakibatkan perubahan warna celupan. Maka untuk pencelupan dengan suhu tinggi diperlukan natrium bisulfit. Pencelupan dengan zat warna yang mudah tereduksi, dapat dikerjakan mula-mula dengan mengendapkan ion kupro ke dalam bahan tekstil pada suhu 75 – 80^0C, dan baru kemudian zat warna ditambahkan. Pemberian ion tembaga dalam pencelupan mengakibatkan pengerutan bahan poliakrilat, karena ion tersebut mungkin mempengaruh ikatan-ikatan hidrogen dalam molekul serat.
Proses sandocryl merupakan modifikasi cara pencelupan dengan ion kupro. Logam tembaga berupa lempeng, butir-butir atau bubuk ditambahkan ke dalam larutan celup yang telah mengandung tembaga sulfat. Logam tembaga berfungsi sebagai reduktor yang akan berubah menjadi ion kupro dalam jumlah yang kecil. Tetapi apabila serat poliakrilat terdapat dalam larutan celup tersebut, maka ion-ion kupro tersebut akan segera diserap oleh serat dan reaksi pembentukan ion kupro akan berjalan lebih lancar. Pencelupan dilakukan pada pH sekitar 2.

Pencelupan serat poliakrilat pada suhu antara 120 – 130^0C dapat dikerjakan dalam larutan yang mengandung 1 – 10 gram hidroksilamihasulfat per liter.

Afinitas terhadap zat warna asam dan kompleks logam adalah besar dan tidak memerlukan penambahan tembaga sulfat. Mekanisme reaksi yang terjadi dapat digambarkan sebagai berikut :

$$R-C\equiv N + NH_2OH \longrightarrow R-C\begin{matrix}\diagup\!\!\diagup NOH \\ \diagdown NH_2\end{matrix} \rightleftharpoons R-C\begin{matrix}\diagup\!\!\diagup NOH \\ \diagdown NH_2\end{matrix}$$

akrilonitril hidroksilamin amidoxin

Kejelekan cara ini adalah menyebabkan pengerutan bahan dan perubahan pegangan bahan yang telah dicap.

Serat poliakrilat yang lain misalnya Acrilan 1656 mengandung kopolimer yang bersifat basa, sehingga langsung dapat mengikat zat warna asam. Zat warna asam celupan rata dimasukkan ke dalam larutan celup yang mengandung 6% asam sulfat pada suhu mendidih selama 90 menit. Sedangkan zat warna asam berketahanan baik memerlukan jumlah asam sulfat lebih sedikit, kurang lebih 3% dan setelah mendidih ditambahkan lagi perlahan-lahan sehingga mencapai 6%.

9.15.2.3. Pencelupan dengan Zat Warna Basa

Beberapa zat warna basa tertentu mempunyai afinitas yang besar tehadap serat poliakrilat. Hasil celupan mempunyai ketahanan cuci dan tahan sinar yang baik.

Zat warna kation dipergunakan dalam larutan yang mengandung asam asetat dengan pH antara 4,5 – 5,5 dan garam glauber sebanyak 5 – 10% dari berat bahan. Agar zat warna larut dengan rata dalam larutan, maka perlu menambahan zat pendispersi non ion. Bahan dimasukkan dalam larutan celup kemudian dipanaskan hingga mendidih dan dibiarkan dalam pendidihan selama 90 menit.

9.15.2.4. Pencelupan dengan Zat Warna Lain

Beberapa zat warna bejana dapat dipergunakan untuk mencelup serat-serat poliakrilat. Zat warna dibejanakan dahulu kemudian ditambahkan ke dalam larutan celup pada pH sekitar 10 dengan penambahan natrium bikarbonat. Pencelupan dapat dikerjakan pada suhu 95^0C dan proses oksidasi dilakukan dengan senyawa natrium perkarbonat atau perborat.

Serat-serat poliakrilat dapat pula dicelup dengan zat warna kompek logam. Pencelupan dikerjakan pada suhu 120 – 130^0C dan pada pengerjaannya perlu ditambahkan natrium khlorida dan asam asetat agar hasilnya baik.

9.15.3. Pencelupan Serat-serat Poliester

Serat-serat terylene akan mengerut kira-kira 7% dalam air mendidih. Untuk menghidnari pengerutan yang besar maka serat perlu distabilkan dengan pemanasan yang tinggi yang lazim disebut *heat setting* atau pemantapan, yaitu untuk meninggikan stabiltias dimensi. Serat poliester mempunyai kristalinitas yang tinggi, bersifat hidrofob dan tidak mengandung gugusan-gugusan yang aktif sehingga sukar sekali ditembus oleh molekul-molekul yang berukuran besar ataupun tidak bereaksi dengan zat warna anion dan kation.

Dalam praktik serat poliester pada umumnya dicelup dengan zat warna dispersi atau dengan beberapa senyawa naftol yang dibangkitkan dengan zat warna dispersi yang didiazotasikan. Penyerapan zat warna dispersi pada kesetimbangan adalah baik, zat warna dispersi yang terpilih mempunyai kecepatan difusi yang cukup besar, sehingga dapat memberikan celupan muda atau sedang dalam waktu pencelupan yang tidak terlalu lama. Zat warna tersebut pada umumnya mempunyai struktur yang sederhana, misalnya :

Setacyl Orange GR	(C.I. Dispersi Orange 3)
Cibact Red 3B	(C.I. Dispersi Red 15)
Artisil Direct Violet 2RP	(C.I. Dispersi Violet I)
Duranol Blue G	(C.I. Dispersi Blue 26).

Penyerapan zat warna di bawah suhu 80^0C sangat kecil sedangkan pada suhu 85 – 100^0C penyerapan tersebut akan bertambah besar, sehingga pencelupan harus dikerjakan pada suhu tesebut dengan waktu yang cukup lama untuk memperoleh penyerapan yang lebih baik. Perubahan suhu yang kecil apada suhu 90 – 100^0C akan memberikan perbedaan penyerapan zat warna yang besar, karena itu bahan tekstil harus selalu terendam dalam larutan celup. Warna merah dan jingga akan terserap baik. Beberapa zat warna dispersi yang mempunyai afinitas yang cukup besar terhadap serat-serat poliester, misalnya :

Serisol Fast Yellow GD	(C.I. Dispersi Yellow 3)
Cibacet Orange 2R	(C.I. Dispersi Orange 3)
Duranol Orange G	(C.I. Dispersi Orange 11)
Setacyl Pink 3B	(C.I Dispersi Red 15)
Duranol Red GN	(C.I. Diperse Red 9)
Artisil Direct Violet 2RP	(C.I. Dispersi Violet I0
Duranol Brilliant violet B	(C.I. Dispersi Violet 4)
Duranol Blue G	(C.I. Diperse Blue 26)

Kecepatan celup zat warna dispersi adalah rendah, sehigga tidak dijumpai kesukaran untuk memperoleh celupan rata, tetapi sebaliknya tidak mudah pula memperbaiki hasil celupan yang tidak rata karena dengan pendidikan yang lebih lama tidak akan terjadi migrasi yang berarti. Demikian pula karena difusi ke dalam serat lambat maka tahan cucinya baik sekali.

Tahan sinar zat warna dispersi merah pada serat poliester lebih baik bila dibandingkan dengan serat rayon asetat, tetapi beberapa zat warna dispersi

biru kebanyakan akan mengarah kemerah-merahan apabila tersinari dalam waktu yang cukup lama.

9.15.3.1 Pencelupan dengan Zat Pengemban (*Carrier*)

Penambahan zat-zat organik misalnya senyawa-senyawa fenol, amina atau hidrokarbon aromatic ke dalam larutan celup akan mempercepat penyerapan zat warna dispersi ke dalam serat. Fungsi zat pengemban dalam pencelupan adalah memperbaiki kelarutan zat warna dalam larutan celup, menggelembungkan serat sehingga memperbesar pori, pori, dan pula sebagai pengemban zat warna ke bagian dalam serat. Zat pengemban mudah membuat lapisan di permukaan serat sehingga perpindahan zat warna dari larutan ke dalam serat dilakukan oleh zat pengemban tersebut.

Dua jenis zat pengemban yang sudah umum dipergunakan adalah senyawa difenil dengan nama dagang Tumescal D dan senyawa orto fenil fenol denga nama dagang Tumescal OP. Senyawa difenil merupakan bubuk yang berwarna coklat muda, tidak larut dalam air, tetapi mudah diispersikan. Kerja senyawa difenil tidak dipengaruhi oleh perbandingan larutan celup, tetapi ditentukan oleh prosentase dari berat bahan yang dicelup. Untuk warna-warna muda dapat dipergunakan sebanyak 4% sedangkan warna-warna sedang dan tua sebanyak 7,5 – 8%.

Cara pemakaian zat warna tumescal D adalah sebagai berikut : mula-mula dibuat suspensi dari 1 bagian tumescal D dengan 4 bagian air, diaduk dan didihkan hingga terbentuk emulsi. Emulsi tersebut kemudian dituangkan ke dalam larutan celup yang telah bersuhu 85^0C karena dalam suhu dingin Tumescal D akan mengendap dan sangat sukar untuk diemulsikan kembali. Larutan celup hendaknya mengandung pula 1 – 2 gram per liter sabun atau zat pengemulsi sintetik yang lain. Pencelupan dapat dilakukan pada suhu 85^0C atau mendidih.

Pada akhir pencelupan zat pengemban harus dihilangkan dari bahan yang tercelup karena berbau, bersifat racun dan sering pula mengurangi ketahanan zat warna terhadap sinar. Oleh karena itu harus dikerjakan proses pencucian reduksi yakni mengerjakan bahan yang telah tercelup ke dalam larutan panas yang mengandung hidrosulfit dan soda kostik. Proses ini terutama untuk menghilangkan zat warna yang tertempel pada permukaan serat dan zat pengemban yang masih tertinggal di dalam serat.

Tumescal OP merupakan garam natrium yang larut dalam air sehingga lebih mudah dihilangkan setelah pencelupan dan pula tidak berbau seperti zat pengemban Tumescal D. Kerja zat pengemban Tumescal OP dipengaruhi oleh perbandingan larutan celup dan harus diberikan dengan konsentrasi 3 – 4 gram per liter dari larutan celup. Garam natrium tesebut tak dapat bekerja sebagai pengemban, maka harus diberikan penambahan asam asetat sedikit demi sedikit selama pencelupan.

Cara pencelupan dengan menggunakan zat pengemban Tumescal OP dalah sebagai berikut : Mula-mula dibuat larutan celup yang mengandung 0,5 – 2 gram per liter zat aktif permukaan anion dan 3 – 4 gram per liter Tumescal OP pada suhu 40^0C.

Setelah ditambahkan zat warna ke daalmnya, larutan celup dapat dipanaskan lebih tinggi hingga mendidih secara perlahan-lahan. Penambahan asam asetat yang telah diencerkan sebanyak 1 ml asam asetat 30% setiap 1 gram Tumescal OP dapat diberikan dengan perlahan-lahan setelah pencelupan berjalan selama 15 menit. Setelah selesai pencelupan zat pengemban dapat dihilangkan dengan pencucian dari larutan detergen ditambah soda kostik.

9.15.3.2 Pencelupan dengan Suhu Tinggi

Pencelupan suhu tinggi adalah pencelupan dalam larutan celup dengan menggunakan tekanan, sehingga dapat diperoleh suhu yang tinggi yakni sekitar 120 – 130^0C. Beberapa keuntungan dapat diperoleh dengan pencelupan suhu tinggi, misalnya dapat mencelup warna tua tanpa penambahan zat pengemban, mengurangi waktu pencelupan dan biaya pencelupan. Demikian pula dapat dipergunakan zat-zat warna dispersi dengan ketahanan sinar yang lebih baik dan pula sukar menguap, tetapi hanya terserap sedikit pada pencelupan di bawah suhu 100^0C.

Dengan demikian pencelupan suhu tinggi tidak akan terjadi pengurangan kekuatan serat selama suasana larutan selalu netral atau agak asam, tetapi kerusakan mungkin sekali terjadi jika tedapat sisa-sisa alkali sewaktu proses pemasakan. Karena itu proses pemasakan hendaknya dilakukan dalam larutan 1 – 2 gram detergen dan ¼ gram natrium karbonat untuk setiap liter larutan pada suhu 90 – 95^0C selama 15 menit. Setelah pemasakan bahan dicuci, kemudian dibilas dengan air yang mengandung asam asetat untuk memastikan bahwa tak terdapat alkali yang tertinggal.

Beberapa zat warna dispersi yang sering dipergunakan untuk pencelupan suhu tinggi, misalnya :

Dispersi Fast Yellow GR	(C.I. Dispersi Yellow 39)
Dispersol Fast Yellow A	(C.I. Dispersi Yellow 1)
Dispersol Fast Orange B	(C.I. Dispersi Orange 13)
Dispersol Fast Cromson B	(C.I. Dispersi Red 13)
Duranol Red X3B	(C.I. Dispersi Red 11)
Duranol Violet Rn	(C.I. Dispersi Violet 14)
Duranol Brilliant Violet BR	(C.I. Dispersi Violet 8)
Duranol Blue G	(C.I. Dispersi Blue 26)

Zat warna dispersi celupan rata seperti tersebut di atas dapat dipergunakan dengan suhu celup sekitar 120^0C, sedangkan zat warna dispersi yang kurang dapat memberikan celupan rata lebih baik apabila dipergunakan suhu sekitar 130^0C.

Cara pencelupannya adalah sebagai berikut : mula-mula dibuat larutan yang mengandung zat warna dan zat pendispersi yang tahan terhadap suhu tinggi, misalnya Lissapol C yang merupakan senyawa oleil natrium sulfat. Pencelupan dimulai pada suhu 70^0C, kemudian suhu dinaikkan perlahan-lahan hingga mencapai 120 – 130^0C dan dibiarkan pada suhu tersebut selama 30 – 60 menit.

Untuk pencelupan dengan zat warna tua, maka perlu pengerjaan pencucian reduksi yang berguna untuk memperbaiki tahan gosoknya. Bahan dikerjakan dalam larutan reduksi yang mengandung 2 gram natrium hidrosulfit, 6 gram larutan soda kostik 24% dan 2 gram liassolamin A 50% setiap liter larutan pencuci, pada suhu 45 – 50^0C selama 20 menit.
Oleh karena poliester bersifat hidrofob, maka reaksi reduksi tersebut hanya terjadi pada permukaan serat dan tidak akan mereduksi zat warna yang telah terserap ke dalam serat. Setelah pencelupan suhu tinggi, bahan dicuci baik-baik dengan larutan yang mengandung detergen pada suhu 70^0C selama 15 – 20 menit.

9.15.3.3 Pencelupan dengan Zat Warna Bejana

Beberapa zat warna bejana dalam larutan dispersi dapat mencelup serat-serat poliester pada 130^0C. Mekanisme pencelupannya seperti pencelupan dengan zat warna dispersi. Zat warna bejana tersebut harus dalam keadaan sangat halus dan mudah membuat larutan suspensi.

Cara pencelupannya adalah sebagai berikut : pertama dibuat larutan yang mengandung zat warna dan zat pendispersi misalnya Lissapol C atau D sebanyak 1 gram per liter, kemudian disaring. Bahan dimasukkan ke dalam larutan celup dan suhu dinaikkan perlahan-lahan hingga 130^0C. Pencelupan dapat diteruskan selama 1 jam. Setelah pencelupan dilakukan penyabunan dengan deterjen.
Beberapa zat warna bejana yang dapat dipergunakan untuk mencelup serat poliester dengan kekuatan maksimum (seperti tercantum di dalam kurung), yaitu :

Caledon Golden Yellow Gk (1%)	(C.I. Vat Yellow 4)
Duridone Scarlet Y (3%)	(C.I. Vat Red 45)
Duridone Red B (3%)	(C.I. Vat Red 41)
Caledon Brillian Violet R (2%)	(C.I. Vat Violet 17)

Celupan zat warna bejana pada serat-serat poliester akan memberikan tahan cuci yang bagus dan tidak dipengaruhi oleh proses penguapan dan warna-warna merahnya sangat cerah.

9.15.3.4 Pencelupan dengan Zat Warna Azo

Beberapa basa naftol akan terserap baik pada suhu 100^0C, dan tidak perlu dipergunakan suhu yang lebih tinggi karena akan mengurangi penyerapan. Contoh beberapa basa naftol tersebut adalah :

Brentamine Fast Red GG Base (C.I. Azoic Diazo Component 37)
Brentamine Fast Red GL Base (C.I. Azoic Diazo Component 8)
Brentamine Fast Red 3GL (C.I. Azoic Diazo Component 9)
Brentamine Fast Red RL (C.I. Azoic Diazo Component 34)
Brentamine Fast Red B (C.I. Azoic Diazo Component 5)

Tetapi terdapat pula beberapa basa naftol atau zat dispersi yang dapat diazotasi, mempunyai daya serap pada pencelupan dengan suhu tingi misalnya pada 120 – 130^0C. Senyawa-senyawa tersebut misalnya :

Dispersol Fast Orange G (C.I. Dispersi Orange 3)
Dispersol Diazo Black B (C.I. Dispersi Black 1)
Dispersol Diazo Black 2B (C.I. Dispersi Black 2B)
Brentamine Fast Blue B Base (C.I. Azoic Diazo Component 48)

Asam beta oksi naftoat sebagai senyawa pembangkit harus terdapat dalam larutan celup yang terpisah karena pada suhu di atas 100^0C penyerapan akan sangat berkurang.

Cara pencelupannya adalah sebagai berikut : senyawa-senyawa tersebut di atas dicelupkan sebagai zat warna dispersi suhu tinggi baru yang mengandung senyawa Brentosyn BB, yaitu senyawa asam beta oksi naftoat dan zat pendispersi pada suhu 75^0C. pH larutan diatur sekitar 4 dan 5 dengan penambahan asam khlorida.

Asam asetat dan asam format tidak cocok untuk dipergunakan. Suhu kemudian dinaikkan hingga mencapai 100^0C dan pencelupan dilanjutkan selama 1 jam. Sebelum kedua senyawa yang telah masuk ke dalam serat dibangkitkan maka bahan dibilas dan dikerjakan pencucian reduksi. Pembangkitan dilakukan dalam larutan yang mengandung nitrit sebanyak 2 – 6% dari berat bahan dan 14% asan khlorida 32%.

Reaksi diazotasi dan pembangkitan dimulai dari suhu rendah dan perlahan-lahan dinaikkan hingga mencapai 75 – 100^0C. Sedangkan untuk warna hitam kira-kira 85 sampai 95^0C. Waktu yang diperlukan untuk pembangkitan kira-kira 40 menit. Jumlah natrium nitrit yang berlebihan akan memberikan warna kemerah-merahan.

Proses Vapocol dapat pula dikerjakan untuk serat-serat poliester. Sedangkan proses pencelupan secara kontinyu dapat dijalankan dengan proses yang disebut thermosol.

Kain setelah dimasak, dicelup dengan tekanan rol (*padding*) dengan suspensi zat warna dispersi dan zat pengental misalnya CMC bersama-sama pelarut organo etilen glikol atau butil alkohol.

Kain kemudian dikeringkan pada suhu rendah, misalnya 75 – 80^{0}C dan akhirnya dilakukan pada ruang yang bersuhu tinggi misalnya : 175 – 200^{0}C selama kira-kira 1 menit.
Pelarutannya akan menguap sedangkan zat warnanya terserap ke dalam serat yang sebelumnya telah menggelembung oleh kerja pelarut organo tersebut. Proses selanjutnya adalah pencucian atau pemasakan yang berguna untuk menghilangkan pengental dan zat-zat warna yang tidak terserap.

PENUTUP

Buku Teknologi Pencelupan dan Pencapan telah selesai disusun. Penyusunan dilakukan oleh tim penyusun dengan tujuan unuk mencapai hasil yang baik.

Buku ini masih perlu pengkajian dan pengembangan baik dari segi isi, kedalaman materi, keluasaan materi, dan cara penyajiannya. Untuk itu masukan dari berbagai pihak sangat diharapkan untuk kesempurnaan dalam penyusunan buku ini.

Harapan penyusun buku ini dapat mengatasi kelangkaan buku-buku teks dan memberikan konstribusi yang baik dalam pengembangan pendidikan di Indonesia khususnya Sekolah Menengah Kejuruan bidang Keahlian Tekstil.

DAFTAR PUSTAKA

Lubis, Arifin, S.Teks., dkk., ***Teknologi Pencapan Tekstil*, STTT**, Bandung, 1998.

Salihima, Astini, S. Teks., dkk., ***Pedoman Praktikum Pengelantangan dan Pencelupan***, Institut Teknologi Tekstil, Bandung, 1978.

P. Corbman, Bernard, ***Textiles Fiber to Fabric***, Bronx Community College City Univercity of New York, 1983.

Brugman , ***Bleaching Poliester Pre-TreAtmen***t,.

Sadov F., ***Chemical Technology of Fibrous Materials***, 1973.

Nusantara, Guruh, A.Md. Graf, ***Cetak Sablon Untuk Pem***ula, Puspa Swara, 2003.

Isminingsih, M.Sc., dkk., ***Kimia Zat Warna***, Institut Teknologi Tekstil, Bandung, 1978.

Miles, L.W.C., ***Textile Printing***, Dyes Company Publicational Trust, 1981.

Hartanto, N. Sugiarto, ***Teknologi Tekstil***, PT. Praduya Paramita, Jakarta, 1978.

Oriyati, Bk. Teks., ***Teori Penyempurnaan Tekstil 3***, DPMK, Jakarta, 1982.

Pedoman Praktikum Pencapan dan Penyempurnaan, Institut Teknologi Tekstil, Bandung, 1978.

Sharma, R.N., BSc., *Dyes, Pigments,* ***Textile Auxiliaries***, Small Industry Research Institute, India.

Djufri, Rasyid, Ir., M.Sc., dkk., ***Teknologi Pengelantangan***, Pencelupan dan Pencapan, Institut Teknologi Tekstil, Bandung, 1976.

Hendrodyantopo S., S. Teks. MMBAT., dkk., ***Teknologi Penyempurnaan, Institut Teknologi Tekstil***. Bandung 1998.

Susanto, Sewan, S.Teks., ***Seni Kerajinan Batik Indonesia***, Balai Penelitian Batik, Departemen Perindustrian, 1973.

Soeparman, S.Teks., dkk., ***Teknologi Penyempurnaan Tekstil***, Institut Teknologi Tekstil, Bandung, 1974.

Murdoko, Wibowo, S.Teks., dkk., ***Evaluasi Tekstil Bagian Fisika***, Institut Teknologi Tekstil, Bandung, 1973.

Chatib, Winarni, Bk. Teks., ***Teori Penyempurnaan Tekstil*** *2*, DPMK, Jakarta, 1980.

DAFTAR ISTILAH / GLOSARI

Serat	:	adalah benda yang memiliki perbandingan antara diameter dan panjang sangat besar
Benang	:	Susunan serat-serat yang teratur ke arah memanjang dengan diberi antihan.
Kain grey	:	Kain hasil pembuatan kain yang belum mengalami proses penyempurnaan
Benang lusi	:	Benang penyusun kain yang letaknya kearah panjang kain
Benang pakan	:	Benang penyusun kain yang letaknya kearah lebar kain
Work order	:	Penerimaan jenis barang untuk dilakukan proses
Making up	:	penanganan kain yang telah selesaii proses untuk dilakukan pengemasan
Ender	:	Tempat melarutkan lilin berbentuk bejana datar dengan lebar ± 40 cm
Scaray	:	Bak penampung kain
Playter	:	Pengatur lipatan kain
Hooking	:	Lipatan kain bentuk buku
Kloyor	:	Proses pengerjaan kain untuk meningkatkan daya serap pada pembuatan batik
Merang	:	Jerami yang dibakar
Ngemplong	:	Meratakan permukaan kain
Klowongan	:	Kerangka motif

DAFTAR GAMBAR

DAFTAR TABEL